# Κεφάλαιο 1ο

## Δυνάμεις μεταξύ ηλεκτρικών φορτίων

**Ο μαθητής που έχει μελετήσει το 1ο κεφάλαιο, πρέπει να είναι σε θέση:**

- ✓ Να διατυπώνει το νόμο του Coulomb.
- ✓ Να ορίζει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε σημείο του.
- ✓ Να αποδεικνύει τη σχέση που δίνει την ένταση ηλεκτρικού πεδίου σε σημείο του, που απέχει από σημειακό - φορτίο πηγή Q απόσταση r.
- ✓ Να γνωρίζει τις ιδιότητες των δυναμικών γραμμών ενός ηλεκτρικού πεδίου.
- ✓ Να έχει κατανοήσει τι είναι ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο
- ✓ Να ορίζει το δυναμικό ενός σημείου ηλεκτρικού πεδίου και τη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων ηλεκτρικού πεδίου.
- ✓ Να αποδεικνύει τη σχέση που δίνει το δυναμικό σε σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb.
- ✓ Να γνωρίζει τι είναι πυκνωτής.
- ✓ Να ορίζει τη χωρητικότητα του πυκνωτή.
- ✓ Να γνωρίζει από τι εξαρτάται η χωρητικότητα επίπεδου πυκνωτή.
- ✓ Να έχει κατά νου τους τύπους της ενέργειας φορτισμένου πυκνωτή.
- ✓ Να γνωρίζει τι είναι διηλεκτρικό και τι διηλεκτρική σταθερά.
- ✓ Να αποδεικνύει τη σχέση μέτρου έντασης και διαφοράς δυναμικού σε ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο.

## Επίσης για τη λύση των ασκήσεων πρέπει:

- ✓ Να σχεδιάζει τις δυνάμεις που δέχεται ένα φορτίο από γειτονικά του φορτία.
- ✓ Να σχεδιάζει την ένταση σε σημείο πεδίου Coulomb τοποθετώντας ένα θετικό δοκιμαστικό φορτίο στο σημείο αυτό.
- ✓ Να σχεδιάζει τις δυναμικές γραμμές γύρω από θετικό ή αρνητικό φορτίο και ανάμεσα στους οπλισμούς πυκνωτή.
- ✓ Να εφαρμόζει το νόμο του παραλληλογράμμου για να υπολογίζει τη δύναμη ή την ένταση.
- ✓ Στις σχέσεις με διανυσματικά μεγέθη (δύναμη, ένταση) να αντικαθιστά τα φορτία κατά απόλυτη τιμή, ενώ στους τύπους με μονόμετρα μεγέθη (δυναμικό, δυναμική ενέργεια, έργο) τα φορτία αντικαθίστανται με τα πρόσημά τους.
- ✓ Να υπολογίζει την επιτάχυνση που αποκτά ένα φορτίο όταν κινείται μέσα σε ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο.
- ✓ Να γνωρίζει τις εξισώσεις κίνησης της ευθύγραμμης ομαλά μεταβαλλόμενης κίνησης.

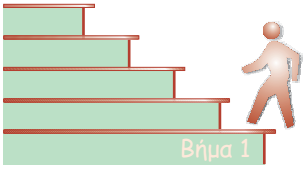
## Τυπολόγιο 1ου Κεφαλαίου

| Στατικός Ηλεκτρισμός | Τύποι που ισχύουν |
|---|---|
| Νόμος του Coulomb | $F = k_{ηλ} \cdot \frac{\lvert q_1 \cdot q_2 \rvert}{r^2}$ <br> Για το κενό ή αέρα στο SI: $k_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ |
| Απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού στο SI | $\varepsilon_0 = \frac{1}{4\pi k_{ηλ}}$ ή $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ |
| Ένταση πεδίου Coulomb σε σημείο του Α | $\vec{E}_A = \frac{\vec{F}}{+q}$ , Μονάδα στο S.I. $1\frac{N}{C}$ |

| | |
|---|---|
| Ένταση ηλεκτροστατικού πεδίου που προέρχεται από σημειακό φορτίο Q σε απόσταση r απ' αυτό | $E_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{\lvert Q \rvert}{r^2}$ |
| Δυναμικό πεδίου Coulomb | $V_A = \frac{U_A}{q} = \frac{W_{A\to\infty}}{q}$, Μονάδα στο S.I. $1V = \frac{1J}{1C}$ |
| Διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων πεδίου Coulomb | $V_{A,B} = V_A - V_B = \frac{W_{A\to B}}{q}$ |
| Δυναμικό πεδίου Coulomb | $V_A = k_{\eta\lambda} \cdot \frac{Q}{r}$ |
| Έργο για τη μετατόπιση φορτίου q σε πεδίο Coulomb που δημιουργείται από φορτίο Q | $W_{A\to B} = k_{\eta\lambda} \cdot Q \cdot q \left( \frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B} \right)$ |
| Ένταση ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου | $E = \frac{V}{\ell}$, $\left( 1\frac{N}{C} = 1\frac{V}{m} \right)$ |
| | |

## Χωρητικότητα - πυκνωτές

| | |
|---|---|
| Χωρητικότητα πυκνωτή<br>( V = τάση μεταξύ των οπλισμών του) | $C = \frac{Q}{V}$, Μονάδα στο S.I. $1F = \frac{1C}{1V}$ |
| Διηλεκτρική σταθερά ενός διηλεκτρικού | $\varepsilon = \frac{C}{C_0}$ |
| Χωρητικότητα επίπεδου πυκνωτή | $C = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \frac{S}{\ell}$ |
| Σχέσεις ενέργειας πυκνωτή | $U = \frac{1}{2} Q \cdot V$, $U = \frac{1}{2} C V^2$, $U = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$ |
| | |

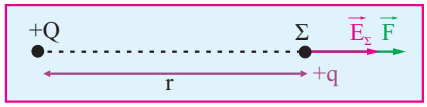



# Μαθαίνουμε τις αποδείξεις

**Απόδειξη 1: Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την ένταση σε σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb.**

Από τη σχέση ορισμού του φυσικού μεγέθους ένταση: $E_\Sigma = \frac{F_C}{q}$

Το δοκιμαστικό φορτίο +q που τοποθετείται στο σημείο Σ, δέχεται δύναμη Coulomb λόγω του φορτίου - πηγής Q: $F_c = k\frac{|Q \cdot q|}{r^2}$




Επομένως από τις δύο παραπάνω σχέσεις:

$E_\Sigma = \frac{k\frac{|Q \cdot q|}{r^2}}{q} \Rightarrow E_\Sigma = k\frac{|Q|}{r^2}$, όπου r η απόσταση του φορτίου - πηγής Q και του σημείου Σ.

**Απόδειξη 2: Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει το δυναμικό σε ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb.**

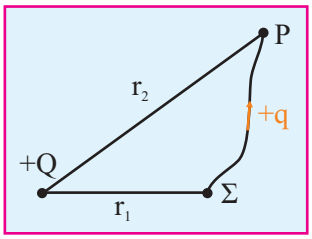
Από τη σχέση ορισμού του φυσικού μεγέθους δυναμικού: $V_A = \frac{U_A}{q}$

και τη σχέση της δυναμικής ενέργειας φορτίου q σε σχέση με το φορτίο - πηγή Q στη θέση A: $U_{(A)} = k\frac{Q \cdot q}{r}$

έχουμε: $V_A = k\frac{Q}{r}$, όπου r η απόσταση του φορτίου - πηγής Q και του σημείου A.

**Απόδειξη 3: Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει τη διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων σε ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb καθώς και το έργο για τη μετακίνηση ενός φορτίου q από το ένα σημείο στο άλλο.**

Έστω $r_1$ και $r_2$ οι αποστάσεις των σημείων Σ και P από το φορτίο - πηγή Q.

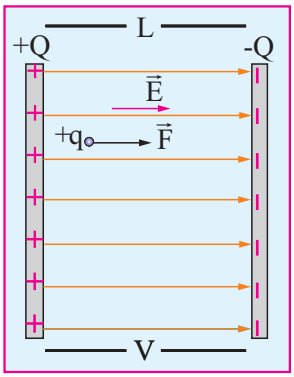



$$V_{\Sigma P} = V_\Sigma - V_P = k \cdot \frac{Q}{r_1} - k \cdot \frac{Q}{r_2} = k \cdot Q \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \text{ και}$$

$$W_{\Sigma \to P} = q \cdot V_{\Sigma P}$$

**Απόδειξη 4: Να αποδείξετε τη σχέση μέτρου έντασης και διαφοράς δυναμικού σε ομογενές ηλεκτροστατικό πεδίο.**

Έστω ένα δοκιμαστικό φορτίο +q αφήνεται πολύ κοντά στον θετικά φορτισμένο οπλισμό επίπεδου πυκνωτή. Λόγω του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, το φορτίο δέχεται δύναμη F = E · q (1) και μετακινείται μέχρι τον αρνητικά φορτισμένο οπλισμό.

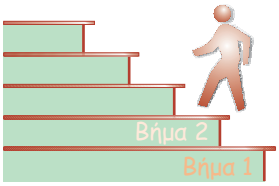



Κατά τη μετακίνηση αυτή η δύναμη του πεδίου παράγει έργο W = F · L (2).

Από (1) και (2) έχουμε W = F · q · L (3).

Το έργο όμως γνωρίζουμε ότι μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο W = q · V (4)

Επομένως από (3) και (4) έχουμε $E \cdot q \cdot L = q \cdot V$, άρα $E = \frac{V}{L}$




# Επαναλαμβάνουμε τις ασκήσεις "κλειδιά"

## Α. Από το σχολικό βιβλίο

- **Λυμένα παραδείγματα:** 2 σελ. 15, 4 σελ. 19, 5 σελ. 25

  **και προβλήματα:** 3 σελ. 40, 4 σελ. 41, 5 σελ. 42

- **Ερωτήσεις:** σελ. 44 (2, 3, 6 - 8), σελ. 45 (13 - 15), σελ. 46 (17, 19, 22), σελ. 47 (23 - 25, 27), σελ. 49 (35 - 37, 39, 40), σελ. 50 (41, 43 - 47), σελ. 51 (48)

- **Προβλήματα:** σελ. 52 (5, 12) , 53 (15, 25, 26) σελ. 54 (28, 36), σελ. 55(43, 44, 45)

## Β. Από τα Βιλιομαθήματα

### Βιβλιομάθημα 1: Δύναμη Coulomb - Ένταση ηλεκτροστατικού πεδίου.

- π.χ. 1.1, 1.3, 1.6, 1.10, Ξεχωριστό θέμα
- Ερωτήσεις σελ. 25 - 29 (1 - 17)
- Προτεινόμενες ασκήσεις: 1.13, 1.14, 1.18

### Βιβλιομάθημα 2: Δυναμικό - Πυκνωτές

- π.χ. 1.14, 1.18, 1.19, 1.23, 1.25, Ξεχωριστό θέμα
- Ερωτήσεις σελ. 51 - 54 (18 - 34)
- Προτεινόμενες ασκήσεις: 1.23, 1.28, 1.39, 1.42

## Γ. Φυσική Β΄ Λυκείου γενικής παιδείας εκδόσεις “ΟΡΟΣΗΜΟ”

### α. Νόμος Coulomb.

- Λυμένα παραδείγματα: 2, 3, 4
- Ερωτήσεις: 1.9, 1.11, 1.12
- Ασήσεις για λύση: 1.18, 1.20

### β. Ηλεκτρικό πεδίο - ένταση

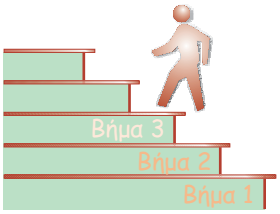
- Λυμένα παραδείγματα: 2, 3, 4, 5, 6
- Ερωτήσεις: 2.3, 2.6, 2.8, 2.9, 2.11
- Ασκήσεις για λύση: 2.31, 2.32, 2.35

### γ. Δυναμική ενέργεια - Δυναμικό

- Λυμένα παραδείγματα: 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14

### δ. Πυκνωτές

- Λυμένα παραδείγματα: 1, 2
- Ερωτήσεις: 3.1 μέχρι 3.10
- Ασκήσεις για λύση: 3.29, 3.30, 3.32, 3.35




# Λύνουμε περισσότερες ασκήσεις

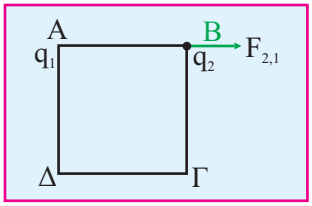
**1.** **Δίνεται τετράγωνο ΑΒΓΔ πλευράς α = 1cm. Στις κορυφές Α και Β τοποθετούνται δύο φορτία $q_1 = 2\mu C$ και $q_2 = 6\mu C$ αντίστοιχα.**

**α. Να υπολογίσετε τη μεταξύ τους δύναμη.**

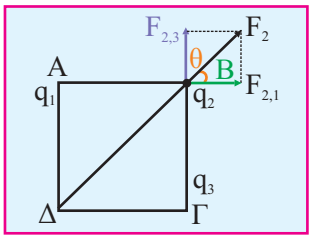
**β. Στην κορυφή Γ τοποθετούμε ένα τρίτο φορτίο $q_3 = 2\mu C$. Πόση γίνεται η δύναμη που ασκείται στο φορτίο $q_2$, που βρίσκεται στην κορυφή Β;**

**γ. Πόσο φορτίο $q_4$ πρέπει να τοποθετήσουμε στην κορυφή Δ, ώστε η συνισταμένη δύναμη στο $q_2$ να είναι μηδέν;**

**Λύση:**




**α.** $F_{2,1} = \kappa \dfrac{|q_1 \cdot q_2|}{\alpha^2} = 9\cdot 10^9 \dfrac{N\cdot m^2}{C^2} \cdot \dfrac{2\cdot 10^{-6} C \cdot 6\cdot 10^{-6} C}{1^2 \cdot 10^{-4} m^2} = 1080N$

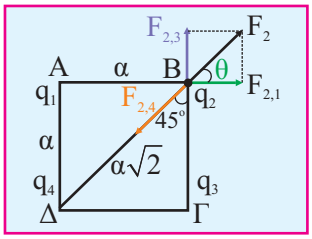



**β.** $F_{2,3} = \kappa \dfrac{|q_2 \cdot q_3|}{\alpha^2} = 9\cdot 10^9 \dfrac{N\cdot m^2}{C^2} \cdot \dfrac{6\cdot 10^{-6} C \cdot 2\cdot 10^{-6} C}{1^2 \cdot 10^{-4} m^2} = 1080N$

$$F_2 = \sqrt{F_{2,1}^2 + F_{2,3}^2} = \sqrt{1080^2 N^2 + 1080^2 N^2} =$$

$$= \sqrt{2\cdot 1080^2 N^2} = 1080\sqrt{2}N$$

$$\varepsilon\varphi\theta = \frac{F_{2,3}}{F_{2,1}} = \frac{1080N}{1080N} = 1 \text{ άρα } \theta = 45^o$$




**γ.** Κατ'αρχήν το $q_4$ πρέπει να είναι αρνητικό, για να ασκεί ελκτική δύναμη $F_{2,4}$ στο $q_2$ και επειδή $F_2$ βρίσκεται στη διεύθυνση της διαγωνίου ΒΔ, πρέπει $F_{4,2} = F_2$, δηλαδή $F_{4,2} = 1080\sqrt{2}N$

$$F_{4,2} = \kappa\frac{|q_4 \cdot q_2|}{2\alpha^2} \Rightarrow |q_4| = \frac{F_{4,2} \cdot 2\alpha^2}{\kappa \cdot |q_2|} = \frac{1080N\sqrt{2} \cdot 1^2 \cdot 10^{-4}\ m^2}{9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \cdot 6 \cdot 10^{-6}\ C} \Rightarrow |q_4| = 4\sqrt{2} \cdot 10^{-6} C$$

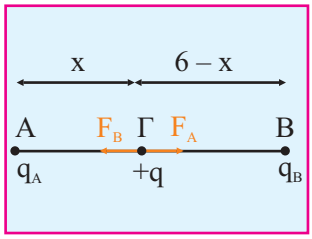
**2. Στα σημεία Α, Β μιας ευθείας βρίσκονται ακλόνητα δύο φορτία $q_A = +3\mu C$ και $q_B = +12\mu C$ αντίστοιχα. Η απόσταση $AB = 6cm$.**

**α. Να βρεθεί σε ποιό σημείο της ευθείας ΑΒ πρέπει να τοποθετήσουμε θετικό φορτίο q, ώστε αυτό να ισορροπεί;**

**β. Να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο μέσον της απόστασης ΑΒ.**

**Λύση:**

**α.** Το σημείο στο οποίο θα ισορροπεί το φορτίο +q θα βρίσκεται εντός του ΑΒ. Έστω ότι θα ισορροπεί στην θέση Γ. Θα πρέπει:

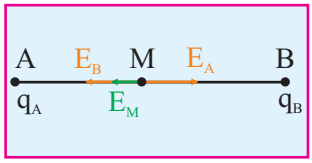



$$F_A = F_B \Rightarrow \kappa\frac{|q_A \cdot q|}{x^2} = \kappa\frac{|q_B \cdot q|}{(6-x)^2} \Rightarrow \frac{q_A}{x^2} = \frac{q_B}{(6-x)^2} \Rightarrow$$

$$\frac{3 \cdot 10^{-6}}{x^2} = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{(6-x)^2} \Rightarrow \frac{3}{x^2} = \frac{12}{(6-x)^2} \Rightarrow 3 \cdot (6-x)^2 = 12x^2 \Rightarrow$$

$$(6-x)^2 = 4x^2 \Rightarrow |6-x| = 2x \Rightarrow 6 - x = 2x \Rightarrow 6 = 3x \Rightarrow x = 2cm$$

**β.** $$E_A = K\frac{|q_A|}{(AM)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow$$




$$E_A = 3 \cdot 10^7 \frac{N}{C}$$

$$E_B = K\frac{|q_B|}{(MB)^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-2})^2} = \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-4}} \Rightarrow E_B = 12 \cdot 10^7 \frac{N}{C}.$$

Άρα $$E_M = E_{OΛ} = E_B - E_A = 12 \cdot 10^7 \frac{N}{C} - 3 \cdot 10^7 \frac{N}{C} = 9 \cdot 10^7 \frac{N}{C}$$

**3.** **Στην κορυφή Β, Γ ορθογωνίου τριγώνου ΑΒΓ $\left(\hat{A} = 90^o\right)$ βρίσκονται ακλόνητα τα σημειακά φορτία $Q_B = +2\mu C$ και $Q_\Gamma = -8\mu C$, αντίστοιχα. Αν $AB = 6m$ και $A\Gamma = 8m$ να βρείτε:**

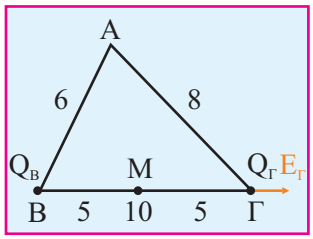
**α. Την δύναμη που ασκείται μεταξύ των φορτίων Β και Γ.**

**β. Την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο $Q_B$ στο Γ.**

**γ. Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α.**

**δ. Ένα φορτίο $q = -5\mu C$ μετακινείται από το σημείο Α, στο μέσο Μ της ΒΓ. Να βρεθεί το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου για την μετακίνηση αυτή.**

**Λύση:**




**α.** $F_{B\Gamma} = \kappa\dfrac{|Q_B \cdot Q_\Gamma|}{(B\Gamma)^2} = \dfrac{9\cdot10^9\cdot2\cdot10^{-6}\cdot8\cdot10^{-6}}{10^2} = 144\cdot10^{-5}\,N$

**β.** Η ένταση που δημιουργεί το $Q_B$ στο σημείο Γ είναι:

$$E_\Gamma = \kappa\frac{|Q_B|}{(B\Gamma)^2} \Rightarrow E_\Gamma = \frac{9\cdot10^9\cdot2\cdot10^{-6}}{10^2} = 180\frac{N}{C}$$

**γ.** $V_A = V_B + V_\Gamma = \kappa\dfrac{Q_B}{AB} + \kappa\dfrac{Q_\Gamma}{A\Gamma} = \dfrac{9\cdot10^9\cdot2\cdot10^{-6}}{6} - \dfrac{9\cdot10^9\cdot8\cdot10^{-6}}{8} =$

$= 3000V - 9000V \Rightarrow V_A = -6000Volt$

**δ.** $W_{A\to M} = q\left(V_A - V_M\right)$.

Το $V_M = \kappa\dfrac{Q_B}{BM} + \kappa\dfrac{Q_\Gamma}{M\Gamma} = \dfrac{9\cdot10^9\cdot2\cdot10^{-6}}{5} - \dfrac{9\cdot10^9\cdot8\cdot10^{-6}}{5} = -10800Volt$

$W_{A\to M} = q\left(V_A - V_M\right) = -5\cdot10^{-6}\left(-6000 + 10800\right)J \Rightarrow W_{A\to M} = -24\cdot10^{-3}\,J$

**4.** **Στα σημεία Α, Β μιας ευθείας (ε), τα οποία απέχουν απόσταση 5cm μεταξύ τους, βρίσκονται τα ακλόνητα σημειακά φορτία $Q_A = +2\cdot10^{-8}\,C$ και $Q_B = -8\cdot10^{-8}\,C$ αντίστοιχα.**

**α. Να βρείτε ένα σημείο Γ ανάμεσα στα Α, Β όπου το δυναμικό να μηδενίζεται.**

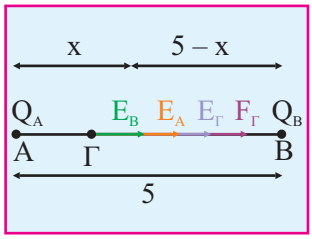
**β. Στο σημείο Γ να υπολογίσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου.**

**γ. Αν στο σημείο Γ τοποθετήσουμε ένα φορτίο $q = -2\mu C$ να βρείτε:**

**i. την δύναμη που θα του ασκηθεί από το πεδίο και να την σχεδιάσετε και**
**ii. την ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του φορτίου q στο σημείο Γ.**

**Λύση:**

**α.** Έστω ότι στο Γ $V_\Gamma = 0$.




$$V_\Gamma = V_A + V_B \Rightarrow K\frac{Q_A}{x} - K\frac{Q_B}{5-x} = 0 \Rightarrow K\frac{Q_A}{x} = K\frac{Q_B}{5-x} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q_A}{x} = \frac{Q_B}{5-x} \Rightarrow \frac{2\cdot 10^{-8}}{x} = \frac{8\cdot 10^{-8}}{5-x} \Rightarrow 2\cdot(5-x) = 8x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5 - x = 4x \Rightarrow 5 = 5x \Rightarrow x = 1cm$$

**β.** $E_\Gamma = E_{ολ} = E_A + E_B$

$$E_A = K\frac{|Q_A|}{x^2} = \frac{9\cdot 10^5 \cdot 2\cdot 10^{-8}}{(10^{-2})^2} = 18\cdot 10^5 N/C$$

$$E_B = K\frac{|Q_B|}{(5-x)^2} = \frac{9\cdot 10^5 \cdot 2\cdot 10^{-8}}{(4\cdot 10^{-2})^2} = 4,5\cdot 10^5 N/C \text{ άρα } E_{ολ} = 22,5\cdot 10^5 N/C$$

**γ. i.** $F_\Gamma = q\cdot E_\Gamma = 2\cdot 10^{-6}\cdot 22,5\cdot 10^5 N = 45\cdot 10^1 N$ και φορά αντίθετη της $\vec{E}_{ολ}$

**ii.** $U_\Gamma = q\cdot V_\Gamma = 0$ αφού $V_\Gamma = 0$.

**5. Δύο παράλληλες οριζόντιες μεταλλικές πλάκες απέχουν μεταξύ τους d = 2cm και βρίσκονται σε διαφορά δυναμικού V = 3000Volt.**

**α. Πόσο είναι το μέτρο της έντασης του ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται ανάμεσα στις πλάκες;**

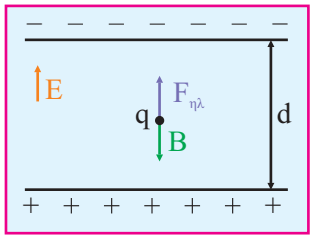
**β. Στο μέσο των πλακών αιωρείται ένα φορτισμένο σωματίδιο με μάζα $m = 12\cdot 10^{-12}$ Kg. Να βρείτε το φορτίο του σωματιδίου.**

**γ. Αν η διαφορά δυναμικού μεταξύ των οπλισμών γίνει $V' = 2000$Volt με πόση επιτάχυνση θα κινηθεί η σταγόνα; $(g = 10m/s^2)$.**

**δ. Με τι ταχύτητα θα φθάσει το σωματίδιο στην μεταλλική πλάκα;**

**Λύση:**

**α.** $E = \frac{V}{d} = \frac{3000V}{2\cdot 10^{-2} m} = 1,5\cdot 10^5 V/m$.




**β.** $B = F_{ηλ} \Rightarrow m\cdot g = F_{ηλ} \Rightarrow m\cdot g = q\cdot E \Rightarrow$

$$\Rightarrow q = \frac{m\cdot g}{E} = \frac{12\cdot 10^{-12}\cdot 10}{1,5\cdot 10^{5}} C \Rightarrow q = 8\cdot 10^{-16}\, C$$

**γ.** $E' = \frac{V'}{d} = \frac{2000V}{2\cdot 10^{-2}\, m} \Rightarrow E' = 10^{5}\, V/m$. Επειδή $E' < E$ θα είναι και $F'_{ηλ} < B$. Επομένως το σωματίδιο θα κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιταχυνόμενη κίνηση με επιτάχυνση α και θα κινηθεί προς τη θετική πλάκα.

$$B - F'_{ηλ} = m\cdot α \Rightarrow m\cdot g - q\cdot E' = m\cdot α \Rightarrow α = \frac{m\cdot g - qE'}{m} \Rightarrow$$

$$α = \frac{12\cdot 10^{-12}\cdot 10 - 8\cdot 10^{-16}\cdot 10^{6}}{12\cdot 10^{-12}} = \frac{4\cdot 10^{11}}{12\cdot 10^{-12}} = \frac{10}{3} m/s^2$$

**δ.** $\Sigma F = m\cdot α \Rightarrow \Sigma F = 12\cdot 10^{-12} Kg\cdot \frac{10m}{3s^2} \Rightarrow \Sigma F = 40\cdot 10^{-12} N$

ΘΜΚΕ

$$K_{τελ} - K_{αρχ} = W_F \Rightarrow \frac{1}{2} m\cdot υ^2 - 0 = \Sigma F\cdot \frac{d}{2} \Rightarrow υ = \sqrt{\frac{\Sigma F\cdot d}{m}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow υ = \sqrt{\frac{40\cdot 10^{-12}\cdot 2\cdot 10^{-2}}{12\cdot 10^{-12}}} \Rightarrow υ = \sqrt{\frac{2}{3}\cdot 10^{-1}}\, m/s$$

> Έργο σταθερής δύναμης
> $W_F = F\cdot x$ γιατί το πεδίο είναι ομογενές

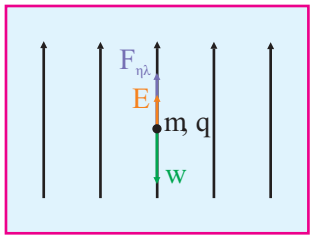
**6. Σε κατακόρυφο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ισορροπεί σε σημείο Α μια μικρή σφαίρα με μάζα $m = 1Kg$ και φορτίου $q = 2μCb$.**

**α. Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου και να σχεδιαστούν οι δυναμικές τους γραμμές.**

**β. Αν η ένταση διπλασιαστεί τι κίνηση θα κάνει η σφαίρα και να βρεθούν :**

**i. Η διαφορά δυναμικού όταν έχει διανύσει απόσταση $AB = 1cm$.**

**ii. Την κινητική ενέργεια που θα έχει η σφαίρα στο σημείο Β.**




**Λύση:**

**α.** Αφού ισορροπεί $\Sigma F = 0 \Rightarrow F - w = 0 \Rightarrow$

$$E\cdot q = m\cdot g \Rightarrow E=\frac{m\cdot g}{q} \Rightarrow E=\frac{10^{-3}\,Kg\cdot 10m/s^2}{2\cdot 10^{-6}\,C} \Rightarrow E=5\cdot 10^3\ N/C$$

**β. i.** $E' = 2E = 2\cdot 5\cdot 10^3 = 10^4\,N/C$

$F' = E'\cdot q = 10^4\cdot 2\cdot 10^{-6} = 2\cdot 10^{-2}\,N$ επίσης $w = m\cdot g = 10^{-3}\cdot 10 = 1\cdot 10 = 1\cdot 10^{-2}\ N$.

Επειδή $F' > w$ θα κινηθεί προς τα πάνω ευθύγραμμα ομαλά επιταχυνόμενα.

$$E' = \frac{V_{AB}}{AB} \Rightarrow V_{AB} = E'\cdot AB \Rightarrow V_{AB} = 10^4\,N/C\cdot 10^{-2}\,m \Rightarrow V_{AB} = 100V$$

**ii.** $\Theta MKE_{A\to B}$

$$K_B - K_A = W$$

$$\frac{1}{2}m\cdot\upsilon^2 = q\cdot V_{AB} \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\frac{2qV_{AB}}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 2\cdot 10^{-6}\cdot 10^2}{10^{-3}}} = \sqrt{4\cdot 10^{-1}}\,m/s$$

**7. Δύο φορτία $q_1 = 4\mu C$ ή $q_2 = -2\mu C$ βρίσκονται στα άκρα ευθύγραμμου τμήματος $AB = 30cm$, ακλόνητα στερεωμένα.**

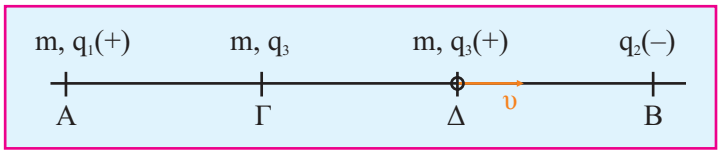
**α. Να βρεθεί το δυναμικό σε δύο σημεία Γ και Δ που βρίσκονται ΑΓ = 10cm και ΑΔ = 20cm από το σημείο Α.**

**β. Να υπολογίσετε το έργο που παράγεται από το ηλεκτρικό πεδίο των δύο φορτίων $q_1, q_2$ για τη μετακίνηση φορτίου $q_3 = 1\mu C$ από το Γ στο Δ.**

**γ. Με τι ταχύτητα το φορτίο $q_3$ φθάνει στο σημείο Δ, αν η μάζα του είναι $m = 2mg$.**

**Λύση:**

**α.** $$V_\Gamma = K\frac{q_1}{A\Gamma} + K\frac{q_2}{\Gamma B} = 9\cdot 10^9\,\frac{N\cdot m^2}{C^2}\cdot\frac{4\cdot 10^{-6}C}{10\cdot 10^{-2}m} + 9\cdot 10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot\frac{(-2)\cdot 10^{-6}C}{20\cdot 10^{-2}m} \Rightarrow$$




$$V_\Gamma = 36\cdot 10^4\,\frac{J}{C} - 9\cdot 10^4\,\frac{J}{C} \Rightarrow V_\Gamma = 27\cdot 10^4\ V$$

$$V_\Delta = K\frac{q_1}{A\Delta} + K\frac{q_2}{\Delta B} = 9\cdot10^9\,\frac{N\cdot m^2}{C^2}\cdot\frac{4\cdot10^{-6}C}{20\cdot10^{-6}m} + 9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\cdot\frac{(-2)\cdot10^{-6}C}{20\cdot10^{-2}m} \Rightarrow$$

$$V_\Delta = 18\cdot10^4\,\frac{J}{C} - 18\cdot10^4\,\frac{J}{C} \Rightarrow V_\Delta = 0V$$

**β.** $W_{\Gamma\to\Delta} = q_3\left(V_\Gamma - V_\Delta\right) = 10^{-6}C\cdot\left(27\cdot10^4\,V - 0\right) = 27\cdot10^{-2}\,J$

**γ.** Θ.Μ.Κ.Ε.$_{\Gamma\to\Delta}$

$$W_F = K_{\tau\varepsilon\lambda} - K_{\alpha\rho\chi}$$

$$W_{\Gamma\to\Delta} = K_\Delta - 0 \Rightarrow W_{\Gamma\to\Delta} = \frac{1}{2}m\cdot\upsilon^2 \Rightarrow$$

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2\cdot W_{\Gamma\to\Delta}}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot27\cdot10^{-2}\,J}{2\cdot10^{-6}\,Kg}} = \sqrt{9\cdot3\cdot10^4\,m^2/s^2} = 3\sqrt{3}\cdot10^2\,m/s$$

**8. Πυκνωτής αέρα με χωρητικότητα $C_o = 4\mu F$, φορτίζεται από πηγή τάσης $V_0 = 100Volt$. Οι οπλισμοί του πυκνωτή απέχουν απόσταση $\ell = 2cm$.**

**α. Να υπολογίσετε το φορτίο του πυκνωτή και την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύτηκε στον πυκνωτή.**

**β. Στην συνέχεια αποσυνδέουμε τον πυκνωτή από την πηγή φόρτισης και εισάγουμε μεταξύ των οπλισμών του, διηλεκτρικό, διηλεκτρικής σταθεράς ε = 5, το οποίο καλύπτει όλο το χώρο ανάμεσα στους οπλισμούς. Να βρεθούν:**

**i. η νέα χωρητικότητα του πυκνωτή**

**ii. η νέα τάση στους οπλισμούς του πυκνωτή**

**iii. η ηλεκτρική του ενέργεια μετά την εισαγωγή του διηλεκτρικού.**

**iv. η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών μετά την εισαγωγή του διηλεκτρικού.**

**Λύση:**

**α.** $Q_0 = C_0\cdot V_0 = 4\cdot10^{-6}\cdot100C = 4\cdot10^{-4}\,C$

$$U_0 = \frac{1}{2}Q_0\cdot V_0 = \frac{1}{2}4\cdot10^{-4}\cdot10^2\,J = 2\cdot10^{-2}\,J$$

**β.** Μετά την εισαγωγή του διηλεκτρικού:

**i.** $C = \varepsilon\cdot C_0 = 5\cdot4\cdot10^{-6}F = 20\cdot10^{-6}F = 20\mu F$

**ii.** $(Q = Q_0)$ $V = \frac{Q}{C} = \frac{Q_0}{\varepsilon C_0} = \frac{V_0}{\varepsilon} \Rightarrow V = 20\text{Volt}$

**iii.** $U = \frac{1}{2} Q \cdot V = \frac{1}{2} Q_0 \cdot \frac{V_0}{\varepsilon} \Rightarrow U = \frac{U_0}{\varepsilon} = 0,4 \cdot 10^{-2}\ \text{J}$

**iv.** $E = \frac{V}{\ell} = \frac{20\text{V}}{2 \cdot 10^{-2}\ \text{m}} = 1000\text{V/m}$

**9. Οι οπλισμοί ενός επίπεδου πυκνωτή αέρα έχουν εμβαδόν $S = 10\text{cm}^2$ ο καθένας και απέχουν απόσταση $\ell = 8,85\text{mm}$. Ο πυκνωτής συνδέεται με πηγή τάσης $V = 100\text{V}$.**

**α. Να υπολογίσετε το φορτίο που αποκτά ο πυκνωτής.**

**β. Διατηρώντας τη σύνδεση με την πηγή, εισάγουμε, στο χώρο μεταξύ των οπλισμών του, διηλεκτρικό διηλεκτρικής σταθεράς ε = 10. Πόση είναι η μεταβολή του φορτίου του πυκνωτή;**

**γ. Να υπολογίσετε την μεταβολή στην ενέργεια του πυκνωτή, πριν και μετά την τοποθέτηση του διηλεκτρικού.**

**Δίνεται η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού: $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\ \text{C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$**

**Λύση:**

**α.** Η αρχική χωρητικότητα του πυκνωτή δίνεται από την σχέση:

$$C = \varepsilon_0 \cdot \frac{S}{\ell} = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{10 \cdot 10^{-4}}{8,85 \cdot 10^{-3}} = 10^{-12}\ \text{F}$$

Το φορτίο που αποκτά ο πυκνωτής υπολογίζεταιι από τη σχέση:

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = C \cdot V = 10^{-12} \cdot 10^{2} = 10^{-10}\ \text{C}$$

**β.** Επειδή η τάση των οπλισμών του πυκνωτή παραμένει σταθερή, και η χωρητικότητα μεταβάλλεται, θα έχουμε σίγουρα αλλαγή στο φορτίο του πυκνωτή. Η χωρητικότητα C΄μετά την εισάγωγή του διηλεκτρικού είναι:

$$C' = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \frac{S}{\ell} = \varepsilon \cdot C = 10 \cdot 10^{-12} = 10^{-11}\ \text{F}$$

Η νέα τιμή του φορτίου που αποκτά ο πυκνωτής:

$$Q' = C' \cdot V = 10^{-11} \cdot 10^{2} = 10^{-9}\ \text{C}$$

Η μεταβολή του φορτίου επομένως είναι:

$$\Delta Q = Q' - Q = 10^{-9} - 10^{-10} = 10^{-9}\left(1 - 10^{-1}\right) = 0,9 \cdot 10^{-9}\,C = 9 \cdot 10^{-10}\,C$$

**γ.** Η αρχική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στον πυκνωτή είναι:

$$U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-12}\left(10^2\right)^2 = \frac{1}{2}10^{-12} \cdot 10^4 = 0,5 \cdot 10^{-8} = 5 \cdot 10^{-9}\ J$$

Μετά την εισαγωγή του διηλεκτρικού η καινούρια τιμή της ενέργειας θα είναι:

$$U' = \frac{1}{2}C'V^2 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-11} \cdot 10^4 = 5 \cdot 10^{-8}\,J$$

Επομένως $\Delta U = U' - U = 5 \cdot 10^{-8} - 5 \cdot 10^{-9} = 5 \cdot 10^{8}\left(1 - 10^{-1}\right) = 5 \cdot 10^{-8} \cdot 0,9 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta U = 45 \cdot 10^{-9}\,J$$

**10. Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα $C_0 = 5\mu F$ και είναι φορτισμένος σε τάση $V_0 = 200Volt$. Οι οπλισμοί του πυκνωτή έχουν απόσταση $\ell = 5cm$.**

**α. Να υπολογίσετε το φορτίο του πυκνωτή, την ηλεκτρική του ενέργεια καθώς και την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του.**

**β. Αποσυνδέουμε τον πυκνωτή από την πηγή και υποδιπλασιάζουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του. Να βρείτε τις νέες τιμές για το φορτίο, για την χωρητικότητα, την τάση, την ηλεκτρική ενέργεια του πυκνωτή, καθώς και για την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του.**

**Λύση:**

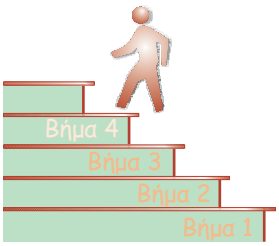
**α.** $q_0 = C_0 \cdot V_0 = 5\mu F \cdot 200Volt = 1000\mu F = 10^{-3}\,F$

$$U_0 = \frac{1}{2}q_0 \cdot V_0 = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 200J = 0,1J \quad E_0 = \frac{V_0}{\ell} = \frac{200V}{5 \cdot 10^{-2}\,m} = 4000V/m$$

**β.** $q = q_0$ Αρχικά: $C_0 = \varepsilon_0 \frac{S}{\ell}$, Τελικά: $C = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{\frac{\ell}{2}} = \frac{2\varepsilon_0 \cdot S}{\ell} = 2C_0 = 10\mu F$

$$V = \frac{q}{C} = \frac{q_o}{2C_o} = \frac{V_o}{2} = 100V, \quad U = \frac{1}{2}q \cdot V = \frac{1}{2}q_o \cdot \frac{V_o}{2} = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}q_o \cdot V_o\right) = \frac{U_o}{2} = 0,05J$$

$$E = \frac{V}{\ell/2} = \frac{V_o/2}{\ell/2} = \frac{V_o}{\ell} = 4000\frac{V}{m}$$




## Λύνουμε μόνοι μας

**1.** **Δίνεται ισόπλευρο τρίγωνο ΑΒΓ, πλευράς $\alpha = 3cm$ .**

**α. Αν στην κορυφή Α, τοποθετήσουμε φορτίο $q_1 = 3\mu Cb$ , πόση είναι η ένταση στο κέντρο του Κ;**

**β. Πόση θα γίνει η ένταση στο Κ, αν τοποθετήσουμε και ένα δεύτερο φορτίο $q_2 = 3\mu Cb$ στην κορυφή Β;**

**γ. Αν στην κορυφή Γ τοποθετήσουμε, ένα τρίτο φορτίο $q_3 = -6\mu Cb$ , πόση θα γίνει η ένταση στο Κ;**

**2.** **Μέσα σε οριζόντιο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, βρίσκεται εκκρεμές με φορτισμένο σφαιρίδιο και το νήμα του ισορροπεί υπο γωνία 30° ως προς την κατακόρυφη. Η μάζα του σφαιριδίου είναι $m = 3mg$ και το φορτίο του $q = 1\mu Cb$. Δίνεται $g = 10m/sec^2$.**

**α. Να βρεθεί η ένταση του πεδίου.**

**β. Αν τριπλασιαστεί η ένταση του πεδίου, πόσο θα γίνει η γωνία εκτροπής;**

**3.** Δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες είναι αντίθετα φορτισμένες και απέχουν μεταξύ τους απόσταση $\ell = 5cm$. Ένα φορτισμένο σωματίδιο ξεκινά από την θετικά φορτισμένη πλάκα, χωρίς αρχική ταχύτητα, και φτάνει στην άλλη με ταχύτητα $u = 4000Km/sec$. Να υπολογιστούν:

α. Η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στις δύο πλάκες.

β. Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των δύο πλακών.

γ. Η ταχύτητα του σωματιδίου τη χρονική στιγμή $t = 5 \cdot 10^{-9} sec$ καθώς και το διάστημα που έχει διανύσει μέχρι εκείνη τη στιγμή.

Δίνονται το φορτίο και η μάζα του σωματιδίου: $q = +16 \cdot 10^{-19} C$ και $m = 9 \cdot 10^{-31} Kg$. Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις να θεωρηθούν αμελητέες.

**4.** **Οι οπλισμοί ενός επιπέδου πυκνωτή κενού έχουν εμβαδόν $4cm^2$ και απέχουν μεταξύ τους 1,77mm. Οι οπλισμοί του πυκνωτή συνδέονται με τους πόλους μιας πηγής τάσης $V = 100V$ .**

**α. Να υπολογίσετε τη χωρητικότητα του πυκνωτή.**

**β. Διατηρώντας τη σύνδεση με την πηγή, διπλασιάζουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή ενώ, ταυτόχρονα, εισάγουμε στο χώρο μεταξύ των οπλισμών και διηλεκτρικό διηλεκτρικής σταθεράς $\varepsilon = 4$ . Να βρείτε πόση γίνεται η χωρητικότητα του πυκνωτή.**

**γ. Να υπολογίσετε τη μεταβολή του φορτίου.**

**5.** **Επίπεδο πυκνωτής αέρα με χωρητικότητα $C_o$, φορτίζεται από πηγή τάσης $V_o$. Διατηρούμε τον πυκνωτή συνδεδεμένο με την πηγή και υποδιπλασιάζουμε την απόσταση των οπλισμών του. Για τον πυκνωτή αυτό, να υπολογίσετε την μεταβολή:**

**α. της χωρητικότητάς του**
**β. του φορτίου του**
**γ. της τάσης του**
**δ. της ηλεκτρικής του ενέργειας**
**ε. του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του.**

**6.** Στις κορυφές Α, Β και Γ ισόπλευρου τριγώνου ΑΒΓ, πλευράς $\alpha = 0,3m$, συγκρατούνται ακίνητα τα θετικά φορτία $Q_A = 1\mu C$, $Q_B = 4\mu C$ και $Q_\Gamma = 2\mu C$, αντίστοιχα. (Εξετάσεις 1999)

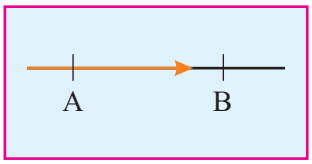
α. Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_{AB}$ που ασκείται στο $Q_A$ από το $Q_B$

β. Να υπολογιστεί ο λόγος των μέτρων των δυνάμεων $\vec{F}_{AB}$ και $\vec{F}_{A\Gamma}$ που α σκούνται στο $Q_A$ από το $Q_B$ και $Q_\Gamma$ αντίστοιχα.

γ. Να σχεδιαστούν οι δυνάμεις $\vec{F}_{AB}$ και $\vec{F}_{A\Gamma}$ και η συνισταμένη δύναμη που ασκείται στο $Q_A$.

δ. Στην περίπτωση που το φορτίο $Q_\Gamma = 0$ και $Q_A = Q_B = 4\mu C$ σε ποιό σημείο του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ η ένταση του πεδίου είναι μηδέν;

**7.** **Το σχήμα δείχνει την κατεύθυνση μια δυναμικής γραμμής ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$. Το μέτρο Ε της έντασης του πεδίου είναι 10N/C. Τα δυναμικά των σημείων Α και Β είναι 10V και 8V, αντίστοιχα. Στο σημείο Α αφήνεται ένα θετικό ηλεκτρικό φορτίο $q = 10^{-3}C$. Να υπολογιστεί:**

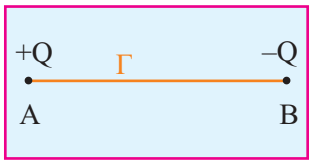



**α. Το μέτρο της δύναμης που ασκεί το πεδίο στο φορτίο.**

**β. Το έργο της δύναμης του πεδίου για τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Α μέχρι το σημείο Β.**

**γ. Το δυναμικό του σημείο Γ, αν το έργο της δύναμης του πεδίου, κατά τη μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Α μέχρι το σημείο Γ, είναι τετραπλάσιο από το έργο της δύναμης του πεδίου κατά τη μετακίνηση του φορτίου από το σημείο Α μέχρι το σημείο Β. (Εξετάσεις 2000)**

**8.** **Δύο ακλόνητα σημειακά φορτία +Q και –Q με $Q = 10^{-6}$ C είναι τοποθετημένα στα σημεία Α και Β όπως φαίνεται στο σχήμα. Η απόσταση ΑΒ είναι ίση με 0,4m. Δίνεται: η ηλεκτρική σταθερά $K_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \, Nm^2/C^2$.**

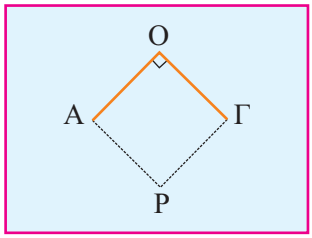



**α. Να υπολογίσετε τη δύναμη που ασκεί το καθένα φορτίο στο άλλο και να σχεδιαστούν οι δυνάμεις αυτές.**

**β. Να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που οφείλεται στα δύο φορτία, στο σημείο Γ μεταξύ των Α και Β, που απέχει απόσταση ίση προς ΑΒ/4 από το σημείο Α.**

**γ. Να υπολογίσετε και να σχεδιάσετε τη δύναμη που ασκείται σε σημειακό φορτίο $q = -2 \cdot 10^{-6}$ C στο σημείο Γ θεωρώντας ότι το φορτίο q δεν επηρεάζει το ηλεκτρικό πεδίο.** **(Εξετάσεις 2001)**

**9.** **Οι οπλισμοί ενός επέπεδου πυκνωτή έχουν εμβαδόν $0,4m^2$, απέχουν απόσταση 8,75mm και συνέονται με πηγή σταθερής τάσης 88,5V. Μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή υπάρχει κενό. Η απόλυτη διηλεκτρική σταθερά του κενού $\varepsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2/Nm^2$.**




**α. Να υπολογιστεί η χωρητικότητα του πυκνωτή.**

**β. Από σημείο του θετικού φορτισμένου οπλισμού του πυκνωτή ελευθερώνεται, χωρίς αρχική ταχυτήτα, θετικά φορτισμένο σωματίδιο αμελητέου βάρους με φορτίο $3,2 \cdot 10^{-19}$ C. Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης που ασκείται στο φορτίο.**

**γ. Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια που έχει το σωματίδιο όταν φτάνει στο αρνητικό φορτισμένο οπλισμό.**

**δ. Ο χώρος μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή καλύπτεται πλήρως με μονωτικό υλικό (διηλεκτρικό) που έχει σχετική διηλεκτρική σταθερά ε = 4,5. Να υπολογίσετε τη νέα τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή.**

**(Εξετάσεις 2002)**

**10.** **Δύο όμοια μεταλλικά σφαιρίδια Α και Γ είναι στερεωμένα στις άκρες δύο μονωτικών νημάτων ίδιου μήκους 0,30m, τα οποία αναρτώνται από το σταθερό σημείο Ο. Τα σφαιρίδια είναι ομόσημα φορτισμένα με φορτίο –4μC το καθένα και ισορροπούν, όπως φαίνεται στο σχήμα. Τα νήματα σχηματίζουν γωνία 90ο.**

**α. Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης Coulomb που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο.**

**β. Να υπολογίσετε το δυναμικό του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Ο.**

**γ. Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του συνολικού ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Ο.**

**δ. Αν Ρ είναι η τέταρτη κορυφή του τετραγώνου ΟΑΡΓ, να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του συνολικού πεδίου, όταν φορτίο +1μC μετακινηθεί από το σημείο Ο στο Ρ. (Υποθέστε ότι κατά τη μετακίνηση τα σφαιρίδια Α και Γ συγκρατούνται σταθερά στις αρχικές τους θέσεις).**

**Δίνεται: ηλεκτρική σταθερά $K = 9 \cdot 10^9\ Nm^2/C^2$.** **(Εξετάσεις 2003)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

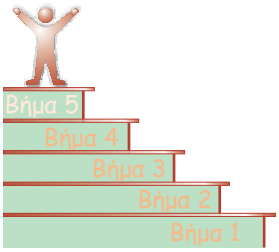
.....

.....

.....

.....

.....




# Ελέγχουμε τη γνώση μας

## Θέμα 1ο

**1.** Δύο φορτία απωθούνται με δύναμη F και βρίσκονται σε απόσταση r. Αν τριπλασιάσουμε την απόστασή τους και τριπλασιάσουμε ταυτόχρονα το ηλεκτρικό τους φορτίο, τότε η μεταξύ τους δύναμη:

**α.** τριπλασιάζεται **β.** υποτριπλασιάζεται
**γ.** εννεαπλασιάζεται **δ.** δεν αλλάζει

*(Μονάδες 5)*

**2.** Σε ένα σημείο Α ενός ηλεκτρικού πεδίου τοποθετούμε φορτίο q και ασκείται σε αυτό δύναμη F. Αν στο σημείο Α τοποθετήσουμε φορτίο 2q, τότε η δύναμη που θα ασκηθεί είναι:

**α.** $\frac{F}{2}$ **β.** F **γ.** 2F **δ.** $F^2$

*(Μονάδες 5)*

**3.** Να αντιστοιχήσετε το φυσικό μέγεθος από την στήλη Α με το σύμβολο της μονάδας από την στήλη Β.

| Στήλη Α | Στήλη Β |
|---|---|
| **α.** Ένταση ηλεκτρικού πεδίου | **1.** μF |
| **β.** Διαφορά δυναμικού | **2.** J (Joule) |
| **γ.** Χωρητικότητα πυκνωτή | **3.** C |
| **δ.** Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια | **4.** V/m |
| **ε.** Ηλεκτρικό φορτίο | **5.** V |

**α.** ☐ **β.** ☐ **γ.** ☐
**δ.** ☐ **ε.** ☐

*(Μονάδες 5)*

**4.** Το πρόσημο της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας ενός σημειακού φορτίου q σ'ένα σημείο Α ηλεκτροστατικού πεδίου:

**α.** εξαρτάται μόνο από το πρόσημο του φορτίου.

**β.** εξαρτάται μόνο από το πρόσημο του δυναμικού στο σημείο Α.

**γ.** εξαρτάται από το πρόσημο του φορτίου q και το πρόσημο του δυναμικού στο σημείο Α.

**δ.** είναι πάντοτε θετικό.

*(Μονάδες 5)*

**5.** Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λάθος;

**α.** Αν μεταξύ των οπλισμών πυκνωτή τοποθετηθεί διηλεκτρικό, η χωρητικότητα ελαττώνεται.

**β.** Το ηλεκτροστατικό πεδίο Coulomb που δημιουργείται από ένα ακίνητο σημειακό φορτίο Q είναι ομογενές.

**γ.** Το δυναμικό ενός ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του είναι μονόμετρο μέγεθος.

**δ.** Η χωρητικότητα επίπεδου πυκνωτή μικραίνει αν αυξήσουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του.

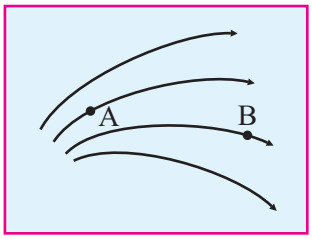
**ε.** Η επιτάχυνση που αποκτά ένα φορτισμένο σωματίδιο μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, λόγω της δύναμης από το πεδίο είναι σταθερή.

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1. α.** Σε ποιό από τα σημεία Α και Β του ηλεκτρικού πεδίου του διπλανού σχήματος επικρατεί μεγαλύτερη ένταση;
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

*(Μονάδες 4)*

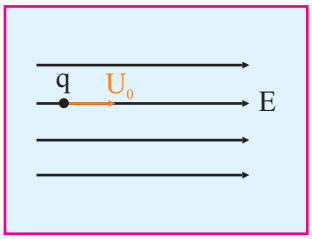



**β.** Να σχεδιάσετε τα διανύσματα των εντάσεων στα σημεία Α και Β.

*(Μονάδες 4)*

**2.** Ένα αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο q ($q < 0$) εισέρχεται με αρχική ταχύτητα $U_0$ σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $\vec{E}$ όπως φαίνονται στο διπλανό σχήμα. Να περιγράψετε την κίνησή του μέσα στο ηλεκτρικό πεδίο και να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 9)*



**3.** Να βρείτε τη σχέση που δείνει την ένταση σε ένα σημείο πεδίου Coulomb που βρίσκεται σε απόσταση r από ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο Q.

*(Μονάδες 8)*

## Θέμα 3ο

Ένα ακίνητο σημειακό φορτίο Q βρίσκεται σε σημείο Α και δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Η δυναμική ηλεκτρική ενέργεια που αποκτά ένα σωματίδιο με ηλεκτρικό φορτίο $q = -200\mu Cb$, όταν το φέρουμε στο σημείο Β του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q, είναι $U_B = +0,6J$.

**α.** Ποιό είναι το πρόσημο του φορτίου Q και γιατί; Να υπολογίσετε την τιμή του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q στο σημείο Β.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Να υπολογίσετε την τιμή του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το φορτίο Q στο σημείο Γ που βρίσκεται στην προέκταση της ευθείας ΑΒ προς το Β και απέχει απόσταση από το Α ίση με ΑΓ = 3ΑΒ.

*(Μονάδες 8)*

**γ.** Αν αφήσουμε το φορτίο q ελεύθερο από το σημείο Β, να υπολογίσετε το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά την μετακίνηση του q από το Β στο Γ, καθώς και το έργο κατά την μετακίνησή του από το Γ στο άπειρο $(\infty)$.

*(Μονάδες 11)*

## Θέμα 4ο

Στα σημεία Α, Β μιας ευθείας βρίσκονται ακλόνητα τα φορτία $Q_A = +4\mu Cb$ και $Q_B = -2\mu Cb$. Η απόσταση $AB = 0,2m$. Να βρείτε:

**α.** Το μέτρο της δύναμης $F_{AB}$ που ασκεί το ένα φορτίο στο άλλο.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο Γ που βρίσκεται στην προέκταση της ΑΒ προς το Β και απέχει απόσταση 0,1m από το Β.

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Αν στο σημείο Γ φέρουμε ένα φορτίο $q = -5\mu Cb$, να σχεδιάσετε την δύναμη που θα ασκηθεί στο φορτίο και να υπολογίσετε το μέτρο της.

*(Μονάδες 5)*

**δ.** Αφαιρούμε το φορτίο $Q_A$ από το σημείο Α και στην θέση του τοποθετείται ένα άγνωστο φορτίο Q. Αν σε ένα σημείο Ο που βρίσκεται αριστερά από το Α σε απόσταση $x = AB$, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από τα φορτία Q και $Q_B$ είναι μηδέν να υπολογίσετε το φορτίο Q. Δίνεται $K_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{Cb^2}$.

*(Μονάδες 7)*

## Θέμα 1ο

**1.** Σημειακό φορτίο q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικού πεδίο. Σε απόσταση r από αυτό η ένταση του πεδίου έχει μέτρο Ε. Αν υποδιπλασιάσουμε την απόσταση $\left(r/2\right)$, το μέτρο της έντασης του πεδίου:

**α.** τετραπασιάζεται **β.** διπλασιάζεται
**γ.** υποτετραπλασιάζεται **δ.** είναι το ίδιο

*(Μονάδες 5)*

**2.** Να αντιστοιχίσετε τα μεγέθη της στήλης Α με τους αντίστοιχους τύπους της στήλης Β.

| Στήλη Α | Στήλη Β |
|---|---|
| **α.** Ένταση ηλεκτρικού πεδίου | **1.** q/V |
| **β.** Έργο ηλεκτρικού πεδίου | **2.** $\frac{1}{2}C\cdot V^2$ |
| **γ.** Ενέργεια φορτισμένου πυκνωτή | **3.** F/q |
| **δ.** Χωρητικότητα πυκνωτή | **4.** $\frac{1}{2}q\cdot V^2$ |
| | **5.** q · V |

**α.** ☐ **β.** ☐ **γ.** ☐
**δ.** ☐ **ε.** ☐

*(Μονάδες 5)*

**3.** Η χωρητικότητα ενός επίπεδου πυκνωτή αυξάνει όταν:
**α.** Αυξήσουμε την απόσταση των οπλισμών του.
**β.** Αυξήσουμε το εμβαδόν των οπλισμών του.
**γ.** Ελαττώσουμε το εμβαδόν των οπλισμών του.
**δ.** Αφαιρέσουμε το διηλεκτρικό μεταξύ των οπλισμών του.

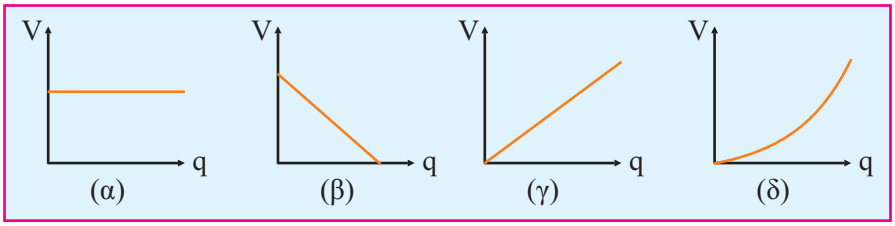
*(Μονάδες 5)*

**4.** Να χαρακτηρίσετε τις παρακάτω προτάσεις σωστές ή λάθος.
**α.** Η χωρητικότητα ενός πυκνωτή εξαρτάται από την τάση των οπλισμών του.
**β.** Η ένταση σε ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου διπλασιάζεται αν διπλασιάσουμε το φορτίο Q που δημιουργεί το πεδίο.
**γ.** Ένα θετικό φορτίο μπορεί να έχει αρνητική ηλεκτρική δυναμική ενέργεια.
**δ.** Όταν οι δυναμικές γραμμές ενός ηλεκτρικού πεδίου είναι παράλληλες, το πεδίο είναι ομογενές.

**ε.** Η διηλεκτρική σταθερά ενός διηλεκτρικού έχει τιμές μεγαλύτερες από το 1 $(\varepsilon \geq 1)$.

*(Μονάδες 5)*

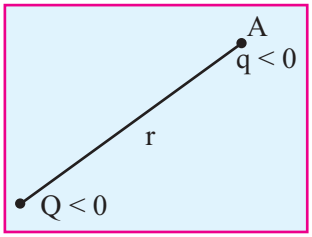
**5.** Το διάγραμμα δυναμικού - φορτίου για ένα πυκνωτή είναι:




*(Μονάδες 5)*

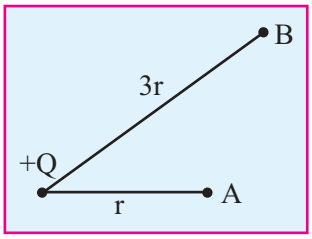
## Θέμα 2ο

**1.** Στο σημείο Α ενός ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί το ακίνητο σημειακό και αρνητικό φορτίο Q, τοποθετούμε ένα αρνητικό σημειακό φορτίο q, όπως στο σχήμα. Να σχεδιάσετε στο σχήμα την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α, καθώς και την δύναμη που ασκείται στο φορτίο q. Τι πρόσημο έχει ή ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του φορτίου q στο Α; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.




*(Μονάδες 7)*

**2.** Να βρείτε την σχέση που συνδέει τα μέτρα των εντάσεων του ηλεκτρικού πεδίου, που δημιουργείται από το ακίνητο σημειακό φορτίο +Q, στα σημεία Α και Β, όπως φαίνεται στο σχήμα. Με βάση την σχέση που θα βρείτε να σχεδιάσετε τα διανύσματα των εντάσεων στα σημεία Α και Β.




*(Μονάδες 8)*

**3.** Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα C και είναι φορτισμένος σε τάση V. Αποσυνδέουμε τον πυκνωτή από την πηγή και ελαττώνουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του. Πώς θα μεταβληθούν:

**α.** το φορτίο του
**β.** η χωρητικότητά του
**γ.** η τάση του
**δ.** η ηλεκτρική του ενέργεια.

*(Μονάδες 10)*

## Θέμα 3ο

Ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας $m = 10^{-8}Kg$ και φορτίου $q = +2\mu C$ ρίχνεται με ταχύτητα μέτρου $U_0 = 100\frac{m}{sec}$ σε ένα σημείο Α ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου, παράλληλα και ομόρροπα στις δυναμικές γραμμές. Η ένταση του πεδίου έχει μέτρο $E = 50N/C$. Αν το δυναμικό στο σημείο Α του ηλεκτρικού πεδίου είναι $V_A = 100Volt$ να βρείτε:

**α.** Την δύναμη που θα ασκηθεί στο σωματίδιο από το ηλεκτρικό πεδίο.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Το δυναμικό σε ένα σημείο Β του ηλεκτρικού πεδίου, το οποίο απέχει απόσταση $x = 1,5m$ από το Α.

*(Μονάδες 9)*

**γ.** Την ταχύτητα που θα έχει το φορτισμένο σωματίδιο στο Β.

*(Μονάδες 9)*

Το βαρυτικό πεδίο παραλείπεται.

## Θέμα 4ο

Σε ορθογώνιο τρίγωνο $AB\Gamma\left(\hat{A} = 90^0\right)$ είναι $AB = 3m$ και $A\Gamma = \sqrt{3}m$. Στις κορυφές Α, Β, Γ βρίσκονται τα θετικά φορτία $Q_A = +1\mu C$, $Q_B = +4\mu C$ και $Q_\Gamma$ αντίστοιχα.

**α.** Να υπολογιστεί το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_{AB}$ που ασκείται στο $Q_B$ από το $Q_A$.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Αν $\frac{F_{AB}}{F_{A\Gamma}} = \frac{4}{3}$, να υπολογίσετε το φορτίο $Q_\Gamma$, όπου $F_{A\Gamma}$ το μέτρο της δύναμης που ασκεί το $Q_A$ στο $Q_\Gamma$.

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Να σχεδιάσετε το διάνυσμα της έντασης $\vec{E}_A$ του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α, που οφείλεται στα φορτία $Q_B$, $Q_\Gamma$.

*(Μονάδες 5)*

**δ.** Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{E}_A$ στο σημείο Α $K_{\eta\lambda} = 9\cdot10^9\frac{Nm^2}{Cb^2}$.

*(Μονάδες 7)*

## Θέμα 1ο

**1.** Ένα φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Σε απόσταση r από αυτό η ένταση του πεδίου έχει μέτρο Ε. Αν τετραπλασιάσουμε το φορτίο Q, τότε το μέτρο της έντασης του πεδίου:

**α.** διπλασιάζεται **β.** τετραπλασιάζεται
**γ.** υποτετραπλασιάζεται **δ.** μένει το ίδιο

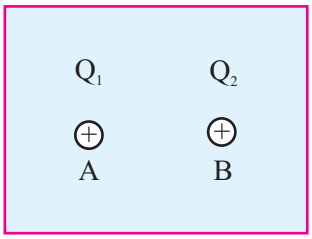
*(Μονάδες 5)*

**2.** Οι δυναμικές γραμμές ενός ηλεκτρικού πεδίου:

**α.** Είναι πάντοτε ευθείες γραμμες. **β.** Είναι πάντοτε ευθείες παράλληλες.
**γ.** Ξεκινούν πάντοτε από αρνητικά φορτία. **δ.** Δεν τέμνονται.

*(Μονάδες 5)*

**3.** Δίνονται δύο θετικά ηλεκτρικά φορτία $Q_1 = 3Q_2$ στις θέσεις Α, Β όπως στο σχήμα. Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λάθος;




**α.** Το φορτίο $Q_1$ ασκεί τριπλάσια δύναμη στο φορτίο $Q_2$.
**β.** Τα φορτία απωθούνται με την ίδια δύναμη.
**γ.** Το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται σε σημείο που βρίσκεται αριστερά του Α.
**δ.** Το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται σε σημείο που βρίσκεται δεξιά του Β.
**ε.** Το ηλεκτρικό πεδίο μηδενίζεται σε σημείο που βρίσκεται ανάμεσα στα Α, Β.

*(Μονάδες 5)*

**4.** Η χωρητικότητα ενός επιπέδου πυκνωτή εξαρτάται:

**α.** Από το φορτίο του
**β.** Από την τάση των οπλισμών του
**γ.** Από την απόσταση των οπλισμών του
**δ.** Από το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένοι οι οπλισμοί του.

*(Μονάδες 5)*

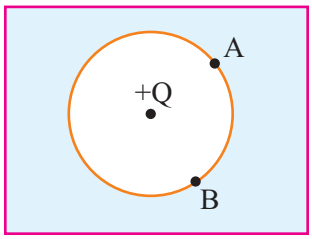
**5.** Ένα φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο. Το πρόσημο του δυναμικού σε ένα σημείο Α εξαρτάται:

**α.** Από το πρόσημο του φορτίου Q που δημιουργεί το πεδίο.
**β.** Από το πρόσημο του φορτίου q που υπάρχει στο σημείο Α.
**γ.** Από το πρόσημο του γινομένου $Q \cdot q$
**δ.** Από την απόσταση του σημείου Α από την πηγή του πεδίου (Q).

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1.** Στο κέντρο ενός κύκλου, υπάρχει ακίνητο σημειακό θετικό φορτίο Q, όπως φαίνεται στο σχήμα. Έστω Α και Β δύο σημεία του κύκλου.




**α.** Οι εντάσεις του ηλεκτρικού πεδίου στα σημεία Α και Β είναι ίσες;

**β.** Τα δυναμικά στα σημεία Α και Β είναι ίσα;

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

*(Μονάδες 8)*

**2.** Επίπεδος πυκνωτής αέρα έχει χωρητικότητα C και είναι συνδεδεμένος με πηγή τάσης V. Στον χώρο ανάμεσα στους οπλισμούς τοποθετούμε μονωτικό υλικό διηλεκτρικής σταθεράς ε και διατηρούμε τον πυκνωτή συνδεδεμένο με την πηγή. Πώς θα μεταβληθεί:

**α.** Η χωρητικότητά του **β.** Το φορτίο του

**γ.** Η ενέργειά του

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

*(Μονάδες 9)*

**3.** Να βρείτε τη σχέση που δίνει το δυναμικό σε ένα σημείο ηλεκτρικού πεδίου, που βρίσκεται σε απόσταση r από ακίνητο ηλεκτρικό σημειακό φορτίο Q.

*(Μονάδες 8)*

## Θέμα 3ο

Στα σημεία Α και Β που απέχουν μεταξύ τους $r = 20cm$ υπάρχουν τα ακίνητα σημειακά ηλεκτρικά φορτία $q_1 = +16\mu C$ και $q_2$ αντίστοιχα.

Στο σημείο Γ που απέχει από το Β απόσταση $r = 20cm$, το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου των $q_1$ και $q_2$ έχει τιμή $V_\Gamma = 0$.

**α.** Να προσδιορίσετε το φορτίο $q_2$.

*(Μονάδες 10)*

**β.** Να βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα φορτία $q_1$ και $q_2$ στο σημείο Γ. Δίνεται $K_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$.

*(Μονάδες 15)*

.....

.....

.....

## Θέμα 4ο

Η απόσταση ανάμεσα στους οπλισμούς επίπεδου πυκνωτή αέρος είναι $\ell = 2cm$. Ο πυκνωτής έχει φορτιστεί και έχει αποσυνδεθεί από την πηγή. Ένα σωματίδιο μάζας $m = 4 \cdot 10^{-5}\,Kg$ και φορτίου $q = +5\mu Cb$, αφήνεται ελεύθερο από τον θετικό οπλισμό και αφού κινηθεί στην συνέχεια ευθύγραμμα καταλήγει τελικά στον αρνητικό οπλισμό του πυκνωτή. Το έργο του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή κατά την διαδρομή αυτή του σωματιδίου είναι $W = 4 \cdot 10^{-4}\,J$.

**α.** Να βρείτε την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Με πόση επιτάχυνση κινήθηκε το σωματίδιο και με πόση κινητική ενέργεια έφτασε στον αρνητικό οπλισμό;

*(Μονάδες 10)*

**γ.** Αν η ενέργεια του πυκνωτή είναι $U = 64 \cdot 10^{-4}\,J$, πόση ενέργεια πρέπει να δαπανήσουμε για να τετραπλασιάσουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών;

*(Μονάδες 8)*

## Θέμα 1ο

**1.** Δύο ομόσημα φορτία $q_1, q_2$ βρίσκονται σε απόσταση r μεταξύ τους. Αν τα φορτία τοποθετηθούν σε απόσταση 2r, η ηλεκτρική δυναμική τους ενέργεια:

**α.** Παραμένει σταθερή
**β.** Διπλασιάζεται
**γ.** Υποδιπλασιάζεται
**δ.** Τετραπλασιάζεται

*(Μονάδες 5)*

**2.** Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λάθος;

**α.** Η κατεύθυνση της έντασης ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$ σε ένα σημείο Α ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από σημειακό φορτίο Q, είναι ανεξάρτητη από το πρόσημο του φορτίου Q.
**β.** Στον πυκνωτή αποθηκεύεται ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου.
**γ.** Η τάση στους οπλισμούς ενός πυκνωτή είναι ανάλογη με το φορτίο του.
**δ.** Αν μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο αφεθεί ελεύθερο ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, θα κάνει ευθύγραμμη ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση.
**ε.** Για το ηλεκτροστατικό πεδίο που δημιουργείται γύρω από ακίνητο σημειακό αρνητικό φορτίο Q, το δυναμικό σε όλα τα σημεία του είναι αρνητικό.

*(Μονάδες 5)*

**3.** Να κάνετε αντιστοιχία μεταξύ φυσικών μεγεθών και τύπων.

| Στήλη Α | Στήλη Β |
|---|---|
| **α.** Ένταση ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του. | **1.** $q\cdot(V_A - V_B)$ |
| **β.** Δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο του. | **2.** $\frac{K\lvert Q\rvert}{r^2}$ |
| **γ.** Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια δύο φορτίων. | **3.** $\frac{1}{2}CV^2$ |
| **δ.** Έργο ηλεκτρικού πεδίου | **4.** $\frac{KQ}{r}$ |
| **ε.** Ενέργεια φορτισμένου πυκνωτή. | **5.** $\frac{K\cdot Q\cdot q}{r}$ |
| | **6.** $\frac{K\cdot Q\cdot q}{r^2}$ |

**α.** ☐ **β.** ☐ **γ.** ☐
**δ.** ☐ **ε.** ☐

*(Μονάδες 5)*

**4.** Το δυναμικό ηλεκτρικού πεδίου στο μέσο της απόστασης r μεταξύ δύο ίσων και ετερώνυμων φορτίων Q είναι:
**α.** Μηδέν **β.** 2KQ/r **γ.** KQ/r **δ.** 4KQ/r

*(Μονάδες 5)*

**5.** Θετικό φορτίο $q = 5C$ μετακινείται από ένα σημείο Α με δυναμικό $V_A = 60Volt$ σε ένα σημείο Β με δυναμικό $V_B = 10Volt$. Το έργο της δύναμης του πεδίου κατά την μετακίνηση αυτή είναι:
**α.** 10J **β.** 50J **γ.** 500J **δ.** 250J

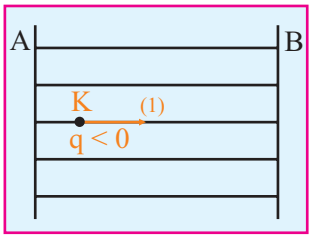
*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1. α.** Να παραστήσετε γραφικά την χωρητικότητα ενός πυκνωτή σε συνάρτηση με το φορτίο του.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Αν σε ένα σημείο Κ του ηλεκτρικού πεδίου που επικρατεί ανάμεσα στους οπλισμούς επιπέδου πυκνωτή αέρα αφήσουμε ένα σωματίδιο με αρνητικό φορτίο, αυτό θα κινηθεί κατά την κατεύθυνση του βέλους (1).
Να προσδιορίσετε το πρόσημο του φορτίου του κάθε οπλισμού.
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.




*(Μονάδες 9)*

**2.** Επίπεδος πυκνωτής αέρα με χωρητικότητα C, φορτίζεται από πηγή τάσης V και στην συνέχεια αποσυνδέεται από την πηγή. Στον χώρο μεταξύ των οπλισμών τοποθετούμε μονωτικό υλικό διηλεκτρικής σταθεράς ε. Πώς θα μεταβληθεί;
**α.** Η χωρητικότητά του **β.** Η τάση του **γ.** Η ενέργειά του

*(Μονάδες 9)*

## Θέμα 3ο

Ένα ακίνητο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο $Q = +10^{-8}C$ δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο. Σε σημείο Α που απέχει απόσταη $r = 0,3m$ από το φορτίο Q, φέρνουμε ένα άλλο σημειακό ηλεκτρικό φορτίο. $q = +10^{-12}C$

**α.** Να υπολογιστεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο Α.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Αν κατά την μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Α σε ένα άλλο σημείο Γ του πεδίου παράγεται έργο $W_{A\to\Gamma} = 10^{-10}J$, πόση είναι η διαφορά δυναμικού $V_A - V_\Gamma$;

*(Μονάδες 8)*

**γ.** Αν το δυναμικό στο σημείο Α είναι $V_A = 300Volt$, να βρεθεί το έργο που παράγεται από το πεδίο κατά την μετακίνηση του φορτίου q από το σημείο Γ μέχρι το άπειρο. Δίνεται $K_{\eta\lambda} = 9\cdot 10^9 \frac{N\cdot m^2}{C^2}$.

*(Μονάδες 10)*

## Θέμα 4ο

Στα άκρα Α, Β μιας ευθείας (ε) βρίσκονται τοποθετημένα δύο ακλόνητα σημειακά φορτία $Q_A = -4\cdot 10^{-8}C$ και $Q_B = -10^{-8}C$. Η απόσταση $AB = 3m$.

**α.** Σε ποιό σημείο Γ της ευθείας, η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που οφείλεται στα φορτία $Q_A, Q_B$ είναι μηδέν;

*(Μονάδες 8)*

**β.** Στο σημείο Γ, όπου μηδενίζεται η ένταση, να βρείτε το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου.

*(Μονάδες 8)*

**γ.** Στο σημείο Γ τοποθετούμε ένα σημειακό φορτίο $q = +2\mu C$. Να βρεθεί η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του φορτίου q στο σημείο Γ. Για να πάει το φορτίο q από το σημείο Γ στο άπειρο, απαιτείται προσφορά ενέργειας; Αν ναι, πόση είναι αυτή;

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας. $\left(K_{\eta\lambda} = 9\cdot 10^9 \frac{N\cdot m^2}{C^2}\right)$

*(Μονάδες 9)*

## Θέμα 1ο

**1.** Το δυναμικό σε απόσταση r από ακίνητο θετικό, σημειακό φορτίο, είναι V. Το δυναμικό παίρνει την τιμή 4V, όταν η απόσταση γίνει:

**α.** $\frac{r}{2}$ **β.** 2r **γ.** r/4 **δ.** 4r

*(Μονάδες 5)*

**2.** Στο εσωτερικό επίπεδου πυκνωτή, υπάρχει διηλεκτρικό, διηλεκτρικής σταθεράς $\varepsilon = 8$ και η χωρητικότητα του πυκνωτή είναι C. Αν αφαιρέσουμε το διηλεκτρικό, η χωρητικότητα του θα είναι:

**α.** C **β.** $\frac{C}{8}$ **γ.** 4C **δ.** 8C

*(Μονάδες 5)*

**3.** Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια δύο θετικών ηλεκτρικών φορτίων $q_1, q_2$ σε απόσταση r μεταξύ τους είναι U. Αν διπλασιάσουμε τα φορτία $q_1, q_2$ τότε ηλεκτρική δυναμική ενέργεια των δύο φορτιών γίνεται:

**α.** 3U **β.** 9U **γ.** U/3 **δ.** U/9

*(Μονάδες 5)*

**4.** Σε ένα σημείο ηλεκτροστατικού πεδίου Α, που βρίσκεται φορτίο q, η ένταση έχει μέτρο $E_A$. Αν στο σημείο Α τοποθετήσουμε φορτίο 4q, τότε η ένταση του πεδίου στο σημείο Α:

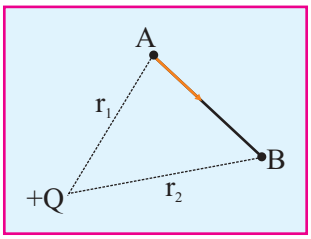
**α.** Μένει η ίδια **β.** Υποδιπλασιάζεται
**γ.** Διπλασιάζεται **δ.** Τετραπλασιάζεται

*(Μονάδες 5)*

**5.** Ποιές από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές και ποιές λάθος;
Οι οπλισμοί ενός πυκνωτή είναι συνδεδεμένοι με τους πόλους μιας πηγής συνεχούς τάσης. Αν αυξήσουμε την απόσταση των οπλισμών του πυκνωτή, τότε:
**α.** Η χωρητικότητα του πυκνωτή ελαττώνεται.
**β.** Το φορτίο του πυκνωτή αυξάνεται.
**γ.** Η τάση στους οπλισμούς του πυκνωτή παραμένει σταθερή.
**δ.** Η ενέργεια του πυκνωτή ελαττώνεται.

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο




**1.** Ένα θετικό σημειακό φορτίο Q δημιουργεί γύρω του ηλεκτρικό πεδίο, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

**α.** Να γράψετε του τύπους που δίνουν το δυναμικό στα σημεία Α και Β.

**β.** Να βρείτε την διαφορά δυναμικού $V_{AB}$ μεταξύ των σημείων Α, Β.

**γ.** Αν για ένα φορτίο q που μετακινείται από το Α στο Β είναι $W_{AB} = 0$, ποιά σχέση συνδέει τις αποστάσεις $r_1$ και $r_2$. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 9)*

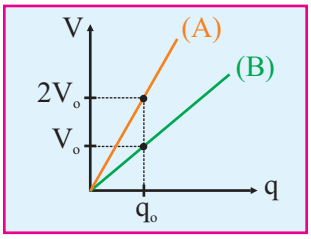
**2.** Επίπεδος πυκνωτής έχει χωρητικότητα C. Αν διπλασιάσουμε το εμβαδόν των οπλισμών του και ταυτόχρονα υποδιπλασιάσουμε την απόσταση των οπλισμών, τότε η χωρητικότητα:

**α.** Μένει σταθερή **β.** Διπλασιάζεται

**γ.** Υποδιπλασιάζεται **δ.** Τετραπλασιάζεται

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 8)*




**3.** Στο διπλανό σχήμα, είναι το διάγραμμα τάσης - φορτίου για δύο πυκνωτές Α και Β. Ποιά σχέση συνδέει τις χωρητικότητες $C_A$ και $C_B$, για τους δύο πυκνωτές; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 8)*

## Θέμα 3ο

Ένας επίπεδος πυκνωτής με αέρα, χωρητικότητας $C_o = 2 \cdot 10^{-11}$ F φορτίζεται από πηγή συνεχούς τάσης $V_o = 100$Volt .

**α.** Να υπολογίσετε το φορτίο του πυκνωτή και την ηλεκτρική του ενέργεια.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Εισάγουμε μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή μονωτικό υλικό διηλεκτρικής σταθεράς ε, διατηρώντας τον πυκνωτή συνδεδεμένο με την πηγή. Αν η ενέργεια του πυκνωτή αυξάνεται κατά $\Delta U = 4 \cdot 10^{-7}$ Joule να υπολογίσετε την χωρητικότητα και το φορτίο του πυκνωτή μετά την εισαγωγή του διηλεκτρικού.

*(Μονάδες 12)*

**γ.** Να βρείτε την διηλεκτρική σταθερά ε.

*(Μονάδες 7)*

## Θέμα 4ο

Δύο μικρές σφαίρες Α και Β με θετικά ηλεκτρικά φορτία $Q_A = 4\mu C$ και $Q_B = 1\mu C$ αντίστοιχα, κρατούνται ακίνητες πάνω σε λείο οριζόντιο δάπεδο μεγάλης έκτασης και σε απόσταση μεταξύ τους ίση με $AB = 60cm$.

**α.** Να υπολογίσετε το μέτρο της δύναμης $\vec{F}_B$ που δέχεται η σφαίρα Β από την Α.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Θεωρώντας την σφαίρα Α ως πηγή του ηλεκτρικού πεδίου, να βρείτε:

*(Μονάδες 8)*

**i.** την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στην θέση όπου βρίσκεται ακίνητη η σφαίρα Β.

**ii.** Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στην θέση που βρίσκεται η σφαίρα Β.

**γ.** Κρατώντας ακίνητη την σφαίρα Α, αφήνουμε ελεύθερη την σφαίρα Β. Αν η μάζα της σφαίρας Β είναι $m = 10^{-2} Kg$, να βρείτε την ταχύτητα που θα αποκτήσει σε απόσταση 90cm από την σφαίρα Α. $\left( K_{ηλ} = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{Cb^2} \right)$

*(Μονάδες 11)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Κεφάλαιο 2ο

## Συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα

**Ο μαθητής που έχει μελετήσει το 2ο κεφάλαιο, πρέπει να είναι σε θέση:**

- ✓ Να ορίζει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος και να γνωρίζει ότι η μονάδα της είναι θεμελιώδης στο S.I.
- ✓ Να ορίζει την αντίσταση αγωγού και να ξεχωρίζει τις έννοιες αντίσταση - αντιστάτης.
- ✓ Να διατυπώνει το νόμο του Ohm και να έχει κατανοήσει ότι η ένταση με την τάση είναι ανάλογες όταν η αντίσταση είναι σταθερή.
- ✓ Να γνωρίζει από τι εξαρτάται η αντίσταση αγωγού μορφής μεταλλικού κυλινδρικού σύρματος.
- ✓ Να γνωρίζει τι είναι ειδική αντίσταση και την εξάρτησή της από τη θερμοκρασία.
- ✓ Να αποδεικνύει τους τύπους που δίνουν την ολική αντίσταση για τη σύνδεση δύο αντιστατών σε σειρά και παράλληλα.
- ✓ **α.** Να γνωρίζει ότι στη σύνδεση σε σειρά η ολική αντίσταση είναι μεγαλύτερη και από τη μεγαλύτερη αντίσταση, ενώ στη σύνδεση παράλληλα η ολική αντίσταση είναι μικρότερη και από τη μικρότερη αντίσταση.

  **β.** Να γνωρίζει ότι οι αντιστάσεις συνδεδεμένες σε σειρά διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα και οι αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους.

  **γ.** Όταν υπάρχει πυκνωτής σε ένα κλάδο του κυκλώματος ο κλάδος δε διαρρέεται από ρεύμα και όταν ο πυκνωτής είναι φορτισμένος να βρίσκει το φορτίο του.

- ✓ Να γνωρίζει τους τύπους για την ενέργεια και την ισχύ του ηλεκτρικού ρεύματος και να ξεχωρίζει τους γενικούς τύπους από τους τύπους που ισχύουν μόνο για αντιστάσεις.
- ✓ Να διατυπώνει το νόμο του Joule και να έχει κατά νου το βασικό νόμο της θερμιδομετρίας $Q = m \cdot c \cdot \Delta\Theta$.
- ✓ Να ορίζει την Η.Ε.Δ. της πηγής και να γνωρίζει την εσωτερική της αντίσταση.
- ✓ Να γνωρίζει τι είναι ρεύμα βραχυκύκλωσης και πότε η πολική τάση είναι ίση με την Η.Ε.Δ. της πηγής.
- ✓ Να αποδεικνύει τον τύπο της ισχύος που δίνει η πηγή στο κύκλωμα και να ξεχωρίζει την ισχύ που δαπανάται στο εξωτερικό κύκλωμα από την ισχύ που δαπανάται στο "εσωτερικό" της πηγής.
- ✓ Να αποδεικνύει το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα και τη σχέση που συνδέει την πολική τάση της πηγής με την Η.Ε.Δ. της.

## Τυπολόγιο 2ου Κεφαλαίου

### Συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα

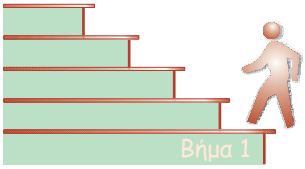
| | | |
|---|---|---|
| $I = \frac{V}{R}$<br>$I = \frac{q}{t} = \frac{N \cdot \lvert e \rvert}{t}$ | Νόμος του Ohm ($V = I \cdot R$ : πτώση τάσης)<br>Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος σταθ. έντασης | I σε A (Ampere) |
| $R = \rho \frac{\ell}{S}$ | Αντίσταση αγωγού σταθερής διατομής S<br>ρ: ειδική αντίσταση υλικού, $\ell$ : μήκος αγωγού | R σε Ω (Ohm) |
| $R = \frac{V}{I}$ | Αντίσταση αγωγού ή συστήματος αγωγών | |

| | |
|---|---|
| $\rho = \rho_0 (1 + \alpha\theta)$<br>$R = R_0 (1 + \alpha\theta)$ | Ειδική αντίσταση σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία<br>$\rho_0$ : ειδική αντίσταση στους $0^oC$, $R_0$ : αντίσταση στους $0^oC$,<br>$\alpha$ : θερμικός συντελεστής αντίστασης |

| | |
|---|---|
| **α.** Σύνδεση αντιστάσεων στη σειρά<br>$I_{ολ} = I_1 = I_2 = ... = I_v$<br>$V_{ολ} = V_1 + V_2 + ... + V_v$<br>$R_{ολ} = \frac{V_{ολ}}{I_{ολ}} = R_1 + R_2 + ... + R_v$ | **β.** Παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων<br>$V_{ολ} = V_1 = V_2 = ... = V_v$<br>$I_{ολ} = I_1 + I_2 + ... + I_v$<br>$\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + ... + \frac{1}{R_v}$ |

| **Ενέργεια και ισχύς ηλεκτρικού ρεύματος** | |
|---|---|
| $W = V \cdot q = V \cdot I \cdot t$ (γενική σχέση) | $W = I^2 \cdot R \cdot t = \frac{V^2}{R} t$ (Μόνο σε αντίσταση R) |
| $Q = I^2 \cdot R \cdot t$ | Νόμος του Joule |
| $P = W / t = V \cdot I$ | Ισχύς ηλεκτρικού ρεύματος (γενική σχέση) |
| $P = I^2 \cdot R = V^2 / R$ | Ισχύς ηλεκτρικού ρεύματος σε μία αντίσταση |

| **Κλειστό κύκλωμα** |
|---|
| $E = P / I$ : Ηλεκτρεγερτική δύναμη πηγής (ΗΕΔ) και E = W/q |
| $V_\pi = E - Ir$ : Τάση στους πόλους γεννήτριας |
| $E = I \cdot (R + r)$ : Νόμος του Ohm σε κλειστό κύκλωμα |
| $P = E \cdot I$ : Ισχύς ηλεκτρικής γεννήτριας (πηγής) |
| $P_{εξ} = V_\pi \cdot I = I^2 \cdot R$ : Ισχύς που δίνεται στο εξωτερικό κύκλωμα. |
| $P_{εσ} = I^2 \cdot r$ : Ισχύς που δαπανάται στην εσωτερική αντίσταση της πηγής. |



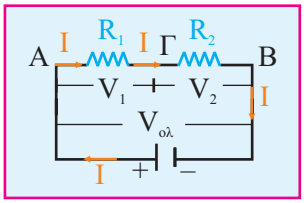

# Μαθαίνουμε τις αποδείξεις

**Απόδειξη 1: Να αποδείξετε τη σχέση που δείχνει την εξάρτηση της αντίστασης από τη θερμοκρασία.**

Στους $0^oC$ $R_0 = \rho_0 \frac{L}{S}$ και στους $\Theta^0C$ $R_\theta = \rho_\theta \frac{L}{S}$. Επειδή $\rho_\theta = \rho_0 (1+\alpha\cdot\theta)$ έχουμε:

$$R_\theta = \rho_\theta \frac{L}{S} \Rightarrow R_\theta = \rho_0 (1+\alpha\cdot\theta)\frac{L}{S} \Rightarrow R_\theta = \rho_0 \frac{L}{S}(1+\alpha\cdot\theta) \Rightarrow R_\theta = R_0 (1+\alpha\cdot\theta)$$

**Απόδειξη 2: Σύνδεση αντιστατών στη σειρά:**




Στο διπλανό κύκλωμα όλες οι αντιστάσεις διαρρέονται από την ίδια ένταση ρεύματος που είναι ίση με την ολική ένταση $I_{ολ}$, η τάση στα άκρα της $R_1$ είναι $V_1 = V_A - V_\Gamma$ και $R_2$ είναι $V_2 = V_\Gamma - V_B$.

Προσθέτοντας κατά μέλη έχουμε $V_1 + V_2 = V_A - V_B$.

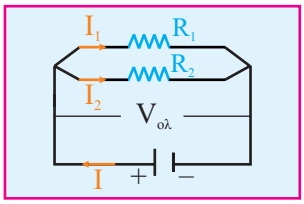
Όμως $V_{ολ} = V_A - V_B$, άρα $V_1 + V_2 = V_{ολ}$.

Επίσης ισχύουν οι σχέσεις: $V_1 = I\cdot R_1$, $V_2 = I\cdot R_2$ και $V_{ολ} = I\cdot R_{ολ}$.

Έτσι έχουμε $I\cdot R_{ολ} = I\cdot R_1 + I\cdot R_2$, δηλαδή $\mathbf{R_{ολ} = R_1 + R_2}$.

.

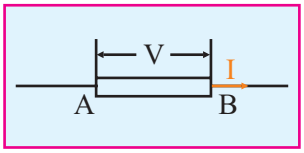
**Απόδειξη 3: Σύνδεση αντιστατών παράλληλα:**




Στο διπλανό κύκλωμα όλες οι αντιστάσεις έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους που είναι ίση με την ολική τάση $V_{ολ}$ και οι αντιστάσεις $R_1$ και $R_2$ διαρρέονται από ρεύματα εντάσεως $I_1$ και $I_2$ αντίστοιχα. Στον κόμβο Α έχουμε $I_1 + I_2 = I_{ολ}$.

Αλλά ισχύουν οι σχέσεις: $I_1 = V/R_1$, $I_2 = V/R_2$ και $I_{ολ} = V/R_{ολ}$. Έτσι έχουμε $V/R_{ολ} = V/R_1 + V/R_2$, δηλαδή, $\mathbf{1/R_{ολ} = 1/R_1 + 1/R_2}$ **ή** $\mathbf{R_{ολ} = R_1R_2/R_1 + R_2}$

**Απόδειξη 4: Να αποδείξετε τη σχέση που δίνει την ενέργεια ηλεκτρικού ρεύματος.**




Θεωρούμε ένα τμήμα κυκλώματος ΑΒ, το οποίο μπορεί να είναι αντιστάτης, μια συσκευή, ... Στα άκρα του ΑΒ υπάρχει τάση $V = V_A - V_B$ και η συσκευή διαρρέεται από ρεύμα έντασης I.

Έστω ότι σε χρόνο t μετακινείται φορτίο q από το Α στο Β. Από τον ορισμό της έντασης του ρεύματος έχουμε:

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t$$

Καθώς περνάει το φορτίο από το ΑΒ η δυναμική του ενέργεια ελαττώνεται.

($U_A = q \cdot V_A$ και $U_B = q \cdot V_B$. Επειδή $V_A > V_B$ θα είναι $U_A > U_B$).

Η μείωση της δυναμικής ενέργειας του φορτίου q αποδίδεται στη συσκευή και μετατρέπεται σε άλλες μορφές ενέργειας.

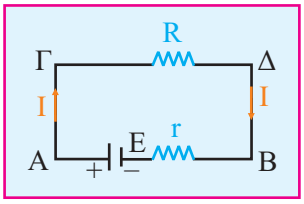
Η μείωση της δυναμικής ενέργειας του φορτίου q είναι ίση με την ηλεκτρική ενέργεια που προσφέρεται από την πηγή.

Άρα: $W = U_A - U_B = q \cdot V_A - q \cdot V_B = q(V_A - V_B) = q \cdot V \Rightarrow W = q \cdot I \cdot t$

**Απόδειξη 5: Να αποδείξετε τον τύπο που δίνει την ισχύ που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα.**

$$E = \frac{W}{q} \Rightarrow E = \frac{\frac{W}{t}}{\frac{q}{t}} \Rightarrow E = \frac{P}{I} \Rightarrow P = E \cdot I$$

**Απόδειξη 6: Να αποδείξετε το νόμο του Ohm για κλειστό κύκλωμα.**




Στο διπλανό κλειστό κύκλωμα σε χρονικό διάστημα t, η πηγή δίνει ενέργεια: $W = P \cdot t \Rightarrow W = E \cdot I \cdot t$, η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα στην αντίσταση R: $Q_r = I^2 \cdot r \cdot t$ και αντίσταση r: $Q_r = I^2 \cdot r \cdot t$. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας έχουμε:

$$W = Q_R + Q_r \Rightarrow E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t \Rightarrow E = I \cdot R + I \cdot r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = I(R + r) \Rightarrow E = I \cdot R_{ολ} \Rightarrow I = \frac{E}{R_{ολ}}$$

**Απόδειξη 7: Να αποδείξετε τη σχέση πολικής τάσης πηγής με την ΗΕΔ της.**

Με τη βοήθεια του παραπάνω κυκλώματος, η τάση στα άκρα της πηγής $V_A - V_B = V_\Pi$ (πολική τάση της πηγής) είναι ίση με την τάση στα άκρα της αντίστασης $V_\Gamma - V_\Delta = V_R$, δηλαδή $V_R = V_\Pi$, αλλά $V_R = I \cdot R$, άρα $V_\Pi = I \cdot R$. Από την αρχή διατήρησης της ενέργειας έχουμε:

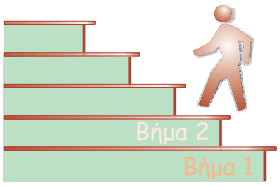
$$W = Q_R + Q_r \Rightarrow E \cdot I \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t + I^2 \cdot r \cdot t \Rightarrow E = I \cdot R + I \cdot r \Rightarrow$$
$$\Rightarrow E = V_\Pi + I \cdot r \Rightarrow V_\Pi = E - I \cdot r$$

**Απόδειξη 8: Πότε η ΗΕΔ της πηγής είναι ίση με την πολική της τάση και με τι ισούται το ρεύμα βραχυκυκλώσεως;**

$V_\Pi = E - I \cdot r$ αν $I = 0$, $V_\Pi = E$, η ΗΕΔ Ε πηγής είναι ίση με την τάση στους πόλους της πηγής, όταν η πηγή δε διαρρέεται από ρεύμα.

$V_\Pi = E - I \cdot r$ αν $r = 0$, $V_\Pi = E$, η ΗΕΔ Ε πηγής είναι ίση με την τάση στους πόλους της πηγής, όταν η πηγή είναι ιδανική.

Αν συνδέσουμε τους πόλους της με αγωγό αμελητέας αντίστασης (R = 0), δηλαδή τη βραχυκυκλώσουμε: $I = \dfrac{E}{R_{ολ}} \Rightarrow I_B = \dfrac{E}{r}$ (ρεύμα βραχυκύκλωσης).




# Επαναλαμβάνουμε τις ασκήσεις "κλειδιά"

## Α. Από το σχολικό βιβλίο

• **Λυμένα παραδείγματα:** 1 σελ. 65, 3 σελ. 75, 5 σελ. 81, 7 σελ. 83, 8 σελ. 88, 9 σελ. 90, 10 σελ. 93, 12 σελ. 98

• **Ερωτήσεις:** σελ. 116 (3 - 6), σελ. 117 (9, 10), σελ. 118 (12, 14, 15) σελ. 119 (16, 18 - 21), σελ. 121 (27, 28, 30 - 33), σελ. 122 (35, 38, 39)

• **Προβλήματα:** σελ. 129 (1, 4 - 7, 9), σελ. 130 (**12**), σελ. 131 (16, 20, 21, **22**), σελ. 132 (24, 25, 27, 28, 30 - 35), σελ. 133 (36 - 40, 42)

## Β. Από τα Βιλιομαθήματα

**Βιβλιομάθημα 3: Ηλεκτρικό ρεύμα - Αντιστάσεις**

• π.χ. 2.4, 2.5, 2.7, 2.12, Ξεχωριστό θέμα

• Ερωτήσεις: σελ. 84 - 86 (1 - 12)

• Προτεινόμενες ασκήσεις: 2.10, 2.11, 2.19, 2.20

**Βιβλιομάθημα 4: Ενέργεια- Ισχύς - Κλειστό κύκλωμα**

• π.χ. 2.18, 2.20

• Ερωτήσεις: σελ. 105 - 106 (13 - 22)

• Προτεινόμενες ασκήσεις: 2.31, 2.32, 2.45, 2.48

## Γ. Φυσική Β΄ Λυκείου γενικής παιδείας εκδόσεις “ΟΡΟΣΗΜΟ”

### α. Ηλεκτρικό ρεύμα.

- Λυμένα παραδείγματα: 1, 2, 4
- Ασήσεις για λύση: 4.15, 4.17

### β. Αντιστάσεις - νόμος του ΟΗΜ.

- Λυμένα παραδείγματα: 3, 4, 6
- Ερωτήσεις: 5.1, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8, 5. 9, 5.10
- Ασκήσεις για λύση: 5.20, 5.21, 5.22

### γ. Ηλεκτρική ενέργεια - Ισχύς.

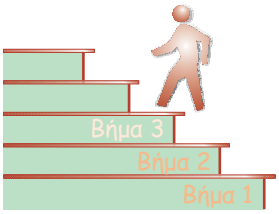
- Λυμένα παραδείγματα: 2, 3
- Ερωτήσεις: 6.3, 6.4, 6.10, 6.12
- Ασκήσεις για λύση: 6.33, 6.34, 6.35

### δ. Σύνδεση αντιστατών.

- Λυμένα παραδείγματα: 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11
- Ερωτήσεις: 7.2, 7.3, 7.4, 7.10, 7.11, 7.12, 7.13
- Ασκήσεις για λύση: 7.29, 7.33, 7.35, 7.36

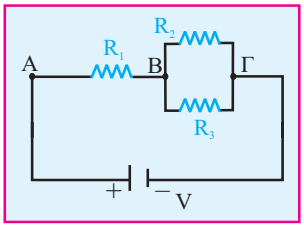
### ε. Κλειστό κύκλωμα.

- Λυμένα παραδείγματα: 1, 2, 3, 5, 9
- Ερωτήσεις: 8.4, 8.7, 8.9, 8.10, 8.11, 8.19, 8.22
- Ασκήσεις για λύση: 8.26, 8.27, 8.29, 8.30, 8.32




# Λύνουμε περισσότερες ασκήσεις

**1.** **Στο κύκλωμα του σχήματος δίνονται οι τιμές των αντιστάσεων $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 12\Omega$. Αν η ισχύς που καταναλώνεται στην αντίσταση $R_2$ είναι $P_2 = 36W$ να βρείτε:**

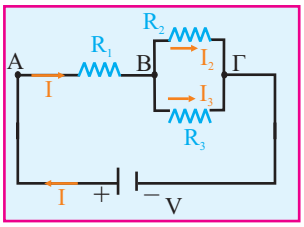



**α. Την ισχύ που καταναλώνουν οι αντιστάσεις $R_1$ και $R_3$,**

**β. Την ισχύ που καταναλώνεται σε όλο το κύκλωμα.**

**γ. Την τάση της πηγής V.**

**Λύση:**




α. $P_2 = I_2^2 \cdot R_2 \Rightarrow I_2^2 = \frac{P_2}{R_2} = \frac{36W}{42} \Rightarrow I_2 = 3A$

$V_{B\Gamma} = I_2 \cdot R_2 = 3A \cdot 4\Omega \Rightarrow V_{B\Gamma} = 12Volt$

$I_3 = \frac{V_{B\Gamma}}{R_3} = \frac{12Volt}{12\Omega} \Rightarrow I_3 = 1A$

$I = I_2 + I_3 = 4A$

$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 4^2 A^2 \cdot 2\Omega = 32W$

$P_3 = I_3^2 \cdot R_3 = 1^2 A^2 \cdot 12\Omega = 12W$

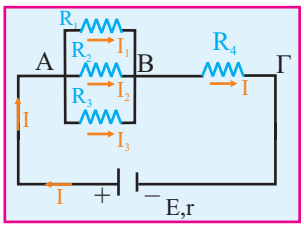
β. $P_{O\Lambda} = P_1 + P_2 + P_3 = 32W + 36W + 12W = 80W$

γ. $V = V_{AB} + V_{B\Gamma}$

$V_{AB} = I \cdot R_1 = 4A \cdot 2\Omega \Rightarrow V_{AB} = 8V$

$V = V_{AB} + V_{B\Gamma} = 8V + 12V = 20V$

**2.** **Στο κύκλωμα του σχήματος οι αντιστάσεις $R_1, R_2, R_3, R_4$ συνδέονται με τον τρόπο που φαίνεται. Δίνονται οι τιμές για τις αντιστάσεις $R_2 = 20\Omega$,**




**$R_3 = 60\Omega$ , $R_4 = 4\Omega$ . Η ισχύς που παράγει η πηγή στο κύκλωμα είναι $P_{\pi\eta\gamma} = 1200W$ και η ισχύς που δαπανά η αντίσταση $R_1$ είναι $P_1 = 360W$ . Αν η ισχύς του ρεύματος που διαρρέει την $R_1$ είναι $I_1 = 6A$ να βρείτε:**

**α. Την αντίσταση $R_1$**

**β. Την ΗΕΔ Ε της ηλεκτρικής πηγής**

**γ. Την πολική τάση της πηγής, καθώς και την εσωτερική της αντίσταση r**

**δ. Την ισχύ που θα παρέχει η πηγή στο εξωτερικό κύκλωμα, αν συνδέσουμε τους πόλους της με σύρμα αμελητέας αντίστασης.**

**Λύση:**

**α.** $P_1 = I_1^2 \cdot R_1 \Rightarrow R_1 = \dfrac{P_1}{I_1^2} = \dfrac{360}{36}\Omega = 10\Omega$

**β.** $I_2 = \dfrac{V_{AB}}{R_2}$ και $I_3 = \dfrac{V_{AB}}{R_3}$ Αλλά : $V_{AB} = I_1 \cdot R_1 = 6 \cdot 10V = 60Volt$

$I_2 = \dfrac{60}{20}A = 3A$ και $I_3 = \dfrac{60}{60}A = 1A$ $\qquad I_{o\lambda} = I = I_1 + I_2 + I_3 = 10A$

$P_{\pi\eta\gamma\eta\varsigma} = E \cdot I \Rightarrow E = \dfrac{P_{\pi\eta\gamma\eta\varsigma}}{I} = \dfrac{1200W}{10A} = 120V$

**γ.** $V_{AB} = 60V$ , $V_{B\Gamma} = I \cdot R_4 = 10 \cdot 4 = 40V$

Άρα $V_{\pi o\lambda} = V_{A\Gamma} = V_{AB} + V_{B\Gamma} = 60V + 40V \Rightarrow V_{\pi o\lambda} = 100V$

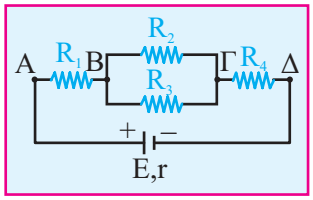
$V_{\pi o\lambda} = E - I \cdot r \Rightarrow I \cdot r = E - V_{\pi o\lambda} \Rightarrow r = \dfrac{E - V_{\pi o\lambda}}{I} = \dfrac{120 - 100}{10}\Omega = 2\Omega$

**δ.** Αν οι πόλοι της πηγής συνδεθούν με σύρμα αμελητέας αντίστασης, η αντίσταση του εξωτερικού κυκλώματος μηδενίζεται και η ολική αντίσταση του κυκλώματος γίνεται $R_{o\lambda} = r = 2\Omega$ .

Τότε το ρεύμα στο κύκλωμα είναι $I' = \dfrac{E}{r} = \dfrac{120}{2} = 60A$ και

$P'_{\pi\eta\gamma} = E \cdot I' = 120V \cdot 60A = 7200W$

**3.** **Δίνεται το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος. Τα στοιχεία της ηλεκτρικής πηγής είναι: E = 100V και r = 5Ω. Αν $R_1 = R_4 = 15\Omega$ και $R_2 = R_3 = 30\Omega$ να υπολογίσετε:**



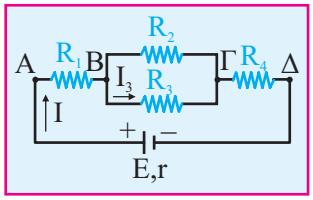

**α. Την ισοδύναμη αντίσταση της συνδεσμολογίας των αντιστατών $R_1$, $R_2$, $R_3$, $R_4$.**

**β. Την τάση μεταξύ των σημείων Β και Γ.**

**γ. Την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη $R_3$.**

**δ. Πώς πρέπει να συνδέσουμε τις αντιστάσεις $R_1$, $R_2$, $R_3$, $R_4$ ώστε το κύκλωμα να διαρρέεται από ρεύμα I΄ = 4A.**

**Λύση:**



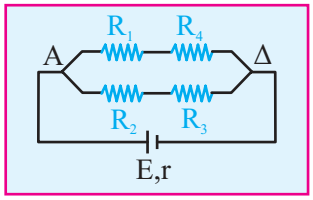

α. $R_{2,3} = \dfrac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \dfrac{30 \cdot 30}{30 + 30} = 15\Omega$

$R_{A\Delta} = R_{1,2,3,4} = R_1 + R_4 + R_{2,3} = 45\Omega$

β. $I = \dfrac{E}{R_{ολ}} = \dfrac{E}{R_{A\Delta} + r} = \dfrac{100V}{(45+5)\Omega} = 2A$

$V_{B\Gamma} = I \cdot R_{2,3} = 2A \cdot 15\Omega = 30V$

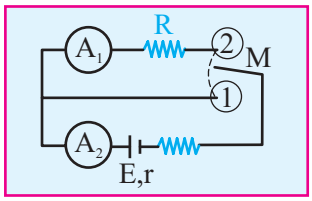
γ. $I_3 = \dfrac{V_{B\Gamma}}{R_3} = \dfrac{30V}{30\Omega} = 1A$




δ. $I' = \dfrac{E}{R_{ολ}} \Rightarrow R_{ολ} = \dfrac{E}{I'} = \dfrac{100}{4} = 25\Omega$

$R_{ολ} = R_{A\Delta} + r \Rightarrow R_{A\Delta} = R_{ολ} - r = 25 - 5 = 20\Omega$

**4.** **Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος $A_1$, $A_2$ είναι ιδανικά αμπερόμετρα ($R_A = 0$). Αρχικά ο μεταγωγός Μ δεν έχει συνδεθεί στις θέσεις 1 και 2 και η πηγή δεν διαρρέεται από ρεύμα. Τότε ένα ιδανικό βολτόμετρο ($R_v \to \infty$) που έχει συνδεθεί στους πόλους της πηγής δείχνει τάση $V_1$=10Volt.Όταν ο μεταγωγός Μ συνδεθεί στη θέση 1 τότε η ένδειξη του $A_1$ είναι 10A. Στη συνέχεια συνδέουμε το μεταγωγό Μ στη θέση 2. Ποια θα είναι τότε η ένδειξη του $A_2$; Δίνεται R = 9Ω.**

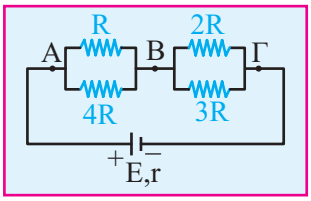


**Λύση:**

Η ένδειξη του βολτόμετρου $V_1 = 10V$ όταν η πηγή δεν διαρρέεται από ρεύμα είναι η Ε άρα Ε = 10Volt.
Όταν ο Μ έχει συνδεθεί στη θέση 1 τότε η πηγή είναι βραχυκυκλωμένη άρα η ένδειξη 10Α είναι το ρεύμα βραχυκυκλώσης $I_\beta$=10Α, $I_\beta = \frac{E}{r} \Rightarrow r = 1\Omega$

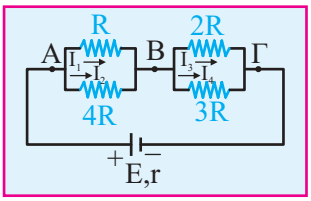
Όταν ο Μ συνδέεται στη θέση 2 τότε η ένδειξη του $A_2$ είναι το ρεύμα Ι που υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm σε κλειστό κύκλωμα $I = \frac{E}{R+r} = 1A$

**5. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης των τεσσάρων αντιστατών. Αν η ισχύς που δίνει στο κύκλωμα είναι P = 250W και τα στοιχεία της ηλεκτρικής πηγής είναι E = 50V και r = 2Ω να βρείτε:**




**α. Την τιμή της αντίστασης R**
**β. Τις τάσεις $V_{AB}$ και $V_{BΓ}$**
**γ. Τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις**
**δ. Το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία της διάταξης επί 10 ώρες, αν μία kwh κοστίζει 0,1ευρώ.**

**Λύση:**




**α.** $P_{ολ} = E \cdot I \Rightarrow I = \frac{P_{ολ}}{E} = \frac{250W}{50V} = 5A$

$$R_{AB} = \frac{2R \cdot 4R}{R + 4R} = \frac{R \cdot 4R}{5R} = \frac{4R}{5}$$

$$R_{BΓ} = \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = \frac{2R \cdot 3R}{5R} = \frac{6R}{5}$$

$$R_{AΓ} = R_{AB} + R_{BΓ} = \frac{4R}{5} + \frac{6R}{5} = \frac{10R}{5} = 2R$$

Αλλά:

$$R_{ολ} = \frac{E}{I} = \frac{50V}{5A} = 10\Omega \Rightarrow R_{AΓ} + r = R_{ολ} \Rightarrow 2R + 2 = 10 \Rightarrow 2R = 8 \Rightarrow R = 4\Omega$$

**β.** $R_{AB} = \frac{16}{5} = 3{,}2\Omega$ και $R_{BΓ} = \frac{24}{5} = 4{,}8\Omega.$

Άρα $\begin{cases} V_{AB} = I \cdot R_{AB} = 5A \cdot 3{,}2\Omega = 16V \\ V_{B\Gamma} = I \cdot R_{B\Gamma} = 5A \cdot 4{,}8\Omega = 24V \end{cases}$

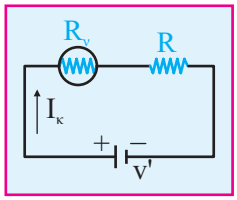
**γ.** $I_1 = \dfrac{V_{AB}}{R} = \dfrac{16V}{4\Omega} = 4A,\ I_2 = I - I_1 = 5A - 4A = 1A$

$I_3 = \dfrac{V_{B\Gamma}}{3R} = \dfrac{24V}{12\Omega} = 2A,\ I_4 = I - I_3 = 5A - 2A = 3A$

**δ.** $W = I^2 \cdot R_{ολ} \cdot t = 5^2 \cdot 10 \cdot 10wh = 2{,}5kWh$
Άρα το κόστος για 10h είναι 2,5·0,1 = 0,25€

**6. Ηλεκτρική λάμπα έχει χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας 50W και 100V.**
**α. Να βρεθεί η αντίσταση της λάμπας $R_Λ$**
**β. Πόση ενέργεια απορροφά η λάμπα, όταν λειτουργήσει για 30min;**
**γ. Ποια αντίσταση R πρέπει να συνδέσουμε σε σειρά με την λάμπα για να τη χρησιμοποιήσουμε σε τάση V΄ = 220Volt;**

**Λύση:**




Έχουμε $P_κ = 50W$ και $V_κ = 100V$

**α.** $R_Λ = \dfrac{V_κ^2}{P_κ} = \dfrac{10000}{50}\Omega \Rightarrow R_Λ = 200\Omega$

**β.** $P_κ = \dfrac{W}{t} \Rightarrow W = P_κ \cdot t = 50W \cdot 1800s = 90000J$

**γ.** Για να λειτουργήσει κανονικά η λάμπα, πρέπει να διαρρέεται από το ρεύμα κανονικής λειτουργίας έντασης $I_κ$, που βρίσκεται από την σχέση:

$$P_κ = V_κ \cdot I_κ \Rightarrow I_κ = \frac{P_κ}{V_κ} = \frac{50W}{100V} = 0{,}5A$$

Άρα $I_κ = \dfrac{V'}{R_{ολ}} \Rightarrow I_κ = \dfrac{V'}{R_Λ + R} \Rightarrow$

$$R = \frac{V'}{I_κ} - R_Λ = \left(\frac{220}{0{,}5} - 200\right) = 440 - 200 \Rightarrow R = 240\Omega$$

**7. Ηλεκτρική κουζίνα ισχύος P = 500W θερμαίνει m = 1000g $H_2O$. Κατά τη θέρμανση παρουσιάζονται απώλειες θερμότητας 16%.**
**i. Πόσος χρόνος $t_1$ απαιτείται για τη θέρμανση του νερού από τους $θ_1$ = 20°C**

**μέχρι $\theta_2 = 40°C$. Δίνεται η ειδική θερμότητα του $H_2O$ $C_{H_2O} \simeq 4,2 \frac{J}{g \cdot grad}$**

**ii. Αν χρησιμοποιήσουμε κουζίνα που λειτουργεί με ίδια τάση αλλά έχει μικρότερη αντίσταση τότε ο χρόνος $t_2$ που θα χρειαστεί για να θερμάνουμε την ίδια ποσότητα νερού από 20°C σε 40°C θα είναι ίδιος, μεγαλύτερος ή μικρότερος από τον $t_1$.**

**Λύση:**

**i.** Η θερμότητα που θα απορροφήσει το $H_2O$ είναι:

$Q = c_{\text{νερού}} \cdot m \cdot \Delta\theta = 4 \cdot 2 \cdot 1000 \cdot (40 - 20) = 84000J$

Όταν η κουζίνα δίνει 100J το νερό απορροφά 84J

x 84000J

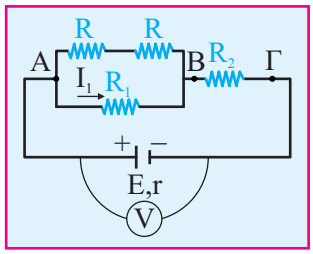
Η κουζίνα παράγει 100.000J

$P = \frac{W}{t}$ $\quad P = \frac{W}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{W}{P} = \frac{100.000}{500} = 200s$, άρα απαιτούνται $t_1 = 200s$

**ii.** Ισχύει $P = \frac{V^2}{R}$ με μικρότερη R αυξάνεται η ισχύς P.

Από την σχέση $P' = \frac{W}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{W}{P'}$ για μεγαλύτερη P΄ απαιτείται μικρότερος χρόνος $t_2$ για ίδια W = 100.000J.

**8. Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται: E = 60V, r = 2Ω, $R_1$ = 10Ω. Με ένα βολτόμετρο μετράμε την τάση στους πόλους της πηγής και βρίσκουμε ότι V = 50V. Αν η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την αντίσταση $R_1$, είναι $I_1$ = 4A, να βρείτε:**



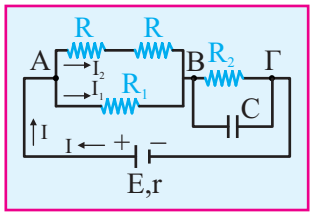

**α. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.**

**β. Τις αντιστάσεις R και $R_2$.**

**γ. Την ισχύ που καταναλώνεται στο εξωτερικό μέρος του κυκλώματος ΑΓ.**

**δ. Στα άκρα Β,Γ συνδέουμε παράλληλα με την αντίσταση $R_2$, πυκνωτή χωρητικότητας C. Αν ο πυκνωτής τελικά αποκτά ενέργεια $U = 15 \cdot 10^{-4}J$, να βρεθεί η χωρητικότητα του.**

**Λύση:**




**α.** $V = V_\pi = E - I \cdot r \Rightarrow$

$$I \cdot r = E - V_\pi \Rightarrow I = \frac{E - V_\pi}{r} \Rightarrow I = \frac{60-50}{2} A = 5A$$

**β.** $V_{AB} = I_1 \cdot R_1 = 4A \cdot 10\Omega = 40V$

$$V_{AB} = I_2 \cdot 2R \Rightarrow R = \frac{V_{AB}}{2I_2} = \frac{40V}{2 \cdot 1A} = 20\Omega$$

$(I_2 = I - I_1 = 5A - 4A = 1A)$

$$V_\pi = V_{A\Gamma} = V_{AB} + V_{B\Gamma} \Rightarrow 50V = 40V + V_{B\Gamma} \Rightarrow V_{B\Gamma} = 10V$$

$$V_{B\Gamma} = I \cdot R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{V_{B\Gamma}}{I} = \frac{10V}{5A} = 2\Omega$$

**γ.** $R_{ολ} = \frac{E}{I} = \frac{60V}{5A} = 12\Omega$

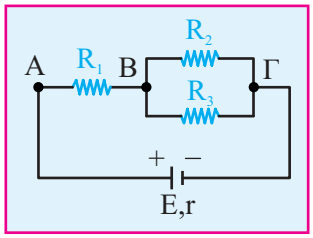
$$R_{ολ} = R_{A\Gamma} + r \Rightarrow R_{A\Gamma} = R_{ολ} - r = 10\Omega$$

$$P_{A\Gamma} = I^2 \cdot R_{A\Gamma} = 5^2 \cdot 10W = 250W$$

**δ.** $V_c = V_{B\Gamma} = 10V$

$$U = \frac{1}{2} C \cdot V_c^2 \Rightarrow 2U = C \cdot V_c^2 \Rightarrow C = \frac{2U}{V_c^2} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 10^{-4}}{100} = 30\mu F$$

**9.** **Τα άκρα Α και Γ του συστήματος των τριών αντιστατών του σχήματος (α), συνδέονται με ηλεκτρική πηγή, της οποίας η χαρακτηριστική φαίνεται στο σχήμα (β). Οι αντιστάσεις των τριών αντιστατών είναι: $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$.**



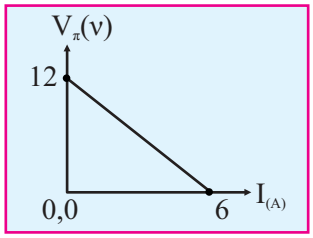

**α. Να υπολογίσετε τα στοιχεία Ε και r της πηγής.**

**β. Να βρείτε την ολική αντίσταση του κυκλώματος.**

**γ. Πόση ισχύ παρέχει η πηγή στο κύκλωμα και πόση είναι η ισχύς που παρέχεται στην αντίσταση $R_2$;**

**δ. Συνδέουμε παράλληλα με την αντίσταση $R_1$ επίπεδο πυκνωτή χωρητικότητας C = 100μF και απόστασης οπλισμών d = 2cm.**

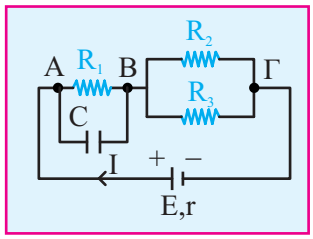
**i. Πόση ηλεκτρική ενέργεια θα αποταμιεύσει ο πυκνωτής;**



**ii. Πόση θα είναι η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου μεταξύ των οπλισμών του;**

**Λύση:**

**α.** Από το διάγραμμα Vπ - I προκύπτει ότι:




$$E = 12\text{Volt και } 6A = \frac{E}{r} = \frac{12V}{r} \Rightarrow r = 2\Omega$$

**β.** $R_{ολ}=R_{1,2,3}+r.$

$$\text{Αλλά } R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{18}{9} = 2\Omega$$

$R_{1,2,3} = R_1+R_{2,3} = (2 + 2)\Omega = 4\Omega$
$R_{ολ} = r + R_{1,2,3} = 6\Omega$

**γ.** $I = \frac{E}{R_{ολ}} = \frac{12V}{6\Omega} = 2A$

$P_{πηγ} = E \cdot I = 12V \cdot 2A = 24W$
$V_{AΓ} = V_π = E – I \cdot r = (12 – 2 \cdot 2)V = 8\text{Volt}$
$V_{BΓ} = V_{AΓ} – V_{AB} = V_{AΓ} – I \cdot R_1 = 8V – 4V = 4\text{Volt}$

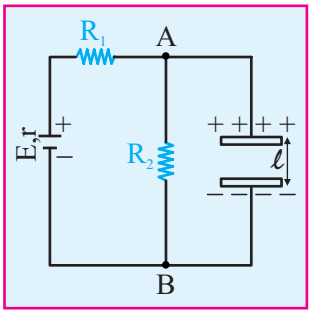
$$P_{R_2} = \frac{V_{BΓ}^2}{R_2} = \frac{4^2}{3}W = \frac{16}{3}W$$

**δ.** $V_C = V_{AB} = I \cdot R_1 = 2A \cdot 2\Omega = 4V$

**i.** $U = \frac{1}{2}C \cdot V_C^2 = \frac{1}{2}100 \cdot 10^{-6} \cdot 4^2 = 8 \cdot 10^{-4} J.$

**ii.** $E = \frac{V_c}{d} = \frac{4V}{2 \cdot 10^{-2} m} = 200\frac{V}{m}$

**10. Για το κύκλωμα του διπλανού σχήματος δίνονται: E = 40V, r = 1Ω, $R_1$ = 8Ω, $R_2$ = 1Ω.Στα άκρα A,B συνδέουμε παράλληλα με την αντίσταση $R_1$, επίπεδο πυκνωτή χωρητικότητας C = 30μF, του οποίου η απόσταση των οπλισμών του είναι ℓ = 2cm. Εντός του ηλεκτρικού πεδίου του πυκνωτή βρίσκεται σωματίδιο με φορτίο q και μάζας m = 2 · 10 -4kg, το οποίο ισορροπεί.**




**α. Να βρείτε το πρόσημο και την τιμή του φορτίου του σωματίδιου που αιωρείται μέσα στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή. (g = 10m/sec²)**

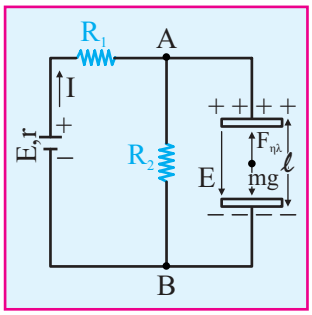
**β. Να υπολογίσετε το φορτίο και την ηλεκτρική ενέργεια του πυκνωτή.**
**γ. Αν η πηγή είχε ΗΕΔ Ε΄= 2Ε, να βρείτε την επιτάχυνση που θα αποκτούσε το σωματίδιο σ'αυτή την περίπτωση.**

**Λύση:**

**α.** Για να ισορροπεί το σωματίδιο πρέπει η $F_{ηλ}$ να έχει αντίθετη κατεύθυνση της Ε. Άρα το φορτίο q είναι αρνητικά φορτισμένο.

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2 + r} = \frac{40}{8+1+1} A = 4A$$

$V_C = V_{AB} = I \cdot R_2 = 4A \cdot 1\Omega = 4V$




$$\Sigma F = 0 \Rightarrow F\eta\lambda = W \Rightarrow qE = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E}$$

Αλλά $E = \frac{V_C}{\ell} = \frac{4V}{2 \cdot 10^{-2} m} = 200 \frac{V}{m}$

Άρα $q = \frac{mg}{E} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot 10}{200} C = 10^{-5} C$

**β.** $Q = C \cdot V_C = 30 \cdot 10^{-6} \cdot 4C = 12 \cdot 10^{-5} C$

$$U = \frac{1}{2} C \cdot V_C^2 = \frac{1}{2} 30 \cdot 10^{-6} \cdot 4^2 = 24 \cdot 10^{-5} J$$

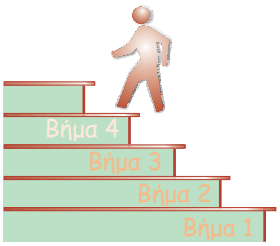
**γ.** Αν Ε' = 2Ε τότε $I' = \frac{E'}{R_1 + R_2 + r} = \frac{2E}{R_1 + R_2 + r} = 2I$

$V_C' = I' \cdot R_2 = 2I \cdot R_2 = 2V_C$

$E' = \frac{V_c'}{\ell} = \frac{2V_C}{\ell} = 2E$ και $F'_{ηλ} - mg = 2qE' = 2qE$

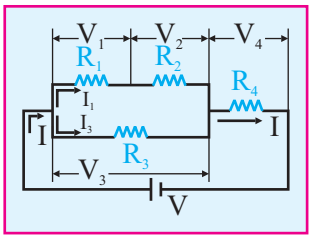
$\Sigma F = F'_{ηλ} - mg = 2qE - mg = 2mg - mg = mg$ $(qE = mg)$

$$\Sigma F = m\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\Sigma F}{m} = \frac{mg}{m} = g$$

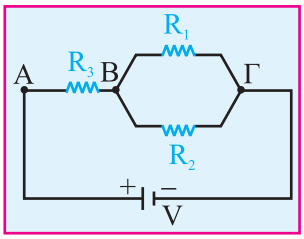



# Λύνουμε μόνοι μας

**1.** **Για το παρακάτω κύκλωμα δίνονται: $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $R_3 = 4\Omega$, $R_4 = 2{,}6\Omega$, $V = 50V$. Να βρείτε:**
**α. την $R_{ολ}$** **β. το I**
**γ. τα $V_1$, $V_2$, $V_3$, $V_4$, $I_1$ και $I_3$**



**2.** **Δίνεται το κύκλωμα του παρακάτω σχήματος: Αν $R_1 = 3\Omega$, $R_2 = 6\Omega$, $R_3 = 8\Omega$ και η τάση στους πόλους της πηγής είναι V = 30Volt, να βρείτε:**




**α. Την ολική αντίσταση του κυκλώματος,**

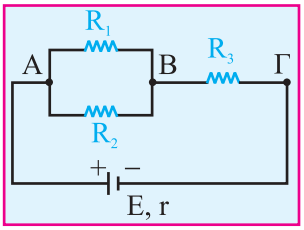
**β. Τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις,**

**γ. Αν στο παραπάνω κύκλωμα συνδέσουμε αντίσταση $R_4 = 10\Omega$ παράλληλα με την συνδεσμολογία των αντιστάσεων $R_1$, $R_2$ και $R_3$, να βρείτε:**

**i. Την ισχύ που καταναλώνεται στην αντίσταση $R_4$**

**ii. Το ρεύμα που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή.**

**3.** **Τρεις αντιστάτες $R_1$, $R_2$, $R_3$ με αντίστοιχες αντιστάσεις 20Ω, 60Ω, 4Ω συνδέονται όπως φαίνεται στο παρακάτω κύκλωμα. Αν E = 80Volt, r = 1Ω να βρείτε:**




**α. Την ολική αντίσταση του κυκλώματος.**
**β. Την πολική τάση της πηγής.**
**γ. Τα ρεύματα που διαρρέουν τις αντιστάσεις.**
**δ. Την ισχύ που καταναλώνεται στο εξωτερικό μέρος του κυκλώματος ΑΒ.**
**ε. Την ολική ισχύ που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα.**

**4.** **Αντιστάτης $R_1 = 5\Omega$ συνδέεται με πηγή E,r. Το ρεύμα $I_1$ έχει ένταση $I_1 = 2A$. Αν σε σειρά με τη $R_1$ συνδέσουμε $R_2 = 6\Omega$ τότε με την ίδια πηγή E,r η ένταση του ρεύματος γίνεται $I_2 = 1A$. Να βρεθούν:**
**i. η ΗΕΔ της πηγής E και η εσωτερική της αντίσταση r**
**ii. Η πολική τάση της πηγής και η ολική ισχύς που προσφέρει σε κάθε κύκλωμα.**

**5.** **Τα στοιχεία κανονικής λειτουργίας ενός λαμπτήρα πυρακτώσεως είναι $P_κ$=30W, $V_κ$=30V. Σε σειρά με τον λαμπτήρα συνδέεται αντίσταση $R_1$ και στα άκρα του συστήματος εφαρμόζεται τάση V = 90V.**

**α. Να υπολογίσετε την αντίσταση του λαμπτήρα, καθώς και την αντίσταση $R_1$, αν στο κύκλωμα ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά.**

**β. Πόση ηλεκτρική ενέργεια σε kWh προσφέρεται από την πηγή στον λαμπτήρα σε δύο ώρες όταν ο λαμπτήρας λειτουργεί κανονικά;**

**γ. Συνδέουμε παράλληλα με την αντίσταση $R_1$ ένα λαμπτήρα όμοιο με τον προηγούμενο. Να υπολογίσετε στην περίπτωση αυτή το ρεύμα που διαρρέει τον κάθε λαμπτήρα. Για τον κάθε λαμπτήρα να εξετάσετε αν συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά, αν υπολειτουργεί, ή αν υπερλειτουργεί.**

**6.** **Θερμική συσκευή έχει στοιχεία κανονικής λειτουργίας 100Volt, 100W.**

**i. Ποιά αντίσταση $R_1$ πρέπει να συνδεθεί σε σειρά με τη συσκευή ώστε αυτή να λειτουργεί κανονικά με πηγή E = 120V και r = 10Ω.**

**ii. Ποιά αντίσταση $R_2$ πρέπει να συνδεθεί παράλληλα με τη συσκευή ώστε αυτή να λειτουργεί κανονικά αν το σύστημα συνδεθεί με την ίδια πηγή του προηγούμενου ερωτήματος.**

**iii. Να βρεθεί σε κάθε μια από τις προηγούμενες περιπτώσεις η ολική αντίσταση στο εξωτερικό κύκλωμα, η ολική ισχύς που προσφέρει η πηγή στο κύκλωμα και η πολική τάση της πηγής.**

**7.** **Ευθύγραμμο σύρμα ΑΓ από υλικό ειδικής αντίστασης $\rho = 8 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$, έχει μήκος $\ell = 1m$ και εμβαδόν διατομής $S = 10^{-6} m^2$**

**α. Να υπολογίσετε την αντίσταση του σύρματος**

**β. Συνδέουμε τα άκρα Α και Γ του σύρματος με ηλεκτρική πηγή με στοιχεία $E = 6V$ και $r = 2\Omega$. Να υπολογίσετε την διαφορά δυναμικού $V_{ΑΓ}$ στα άκρα του σύρματος**

**γ. Κόβουμε το σύρμα ΑΓ στη μέση και τα δύο σύρματα που προκύπτουν, τα συνδέουμε παράλληλα. Τα άκρα Α και Γ του συστήματος των δύο συρμάτων τα συνδέουμε με τους πόλους της προηγούμενης ηλεκτρικής πηγής. Να βρείτε:**

**i. Τον αριθμό των ηλεκτρονίων που διέρχονται από την πηγή σε 8sec**

**ii. Με ποιο ρυθμό παρέχει ενέργεια η πηγή στο κύκλωμα;**

**Δίνεται φορτίο ηλεκτρονίου $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$**

**8.** **Στα άκρα πηγής με ΗΕΔ Ε και εσωτερική αντίσταση r = 5Ω συνδέουμε ιδανικό αμπερόμετρο, η ένδειξή του αμπερόμετρου είναι $I_A$ = 20A**

**α. Ποιά η ΗΕΔ της πηγής;**

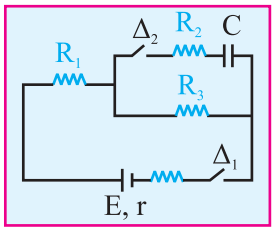
**β. Αφαιρούμε το αμπερόμετρο και με την πηγή αυτή τροφοδοτούμε θερμική ηλεκτρική συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας 75V, 375W.**

**i. Να εξετάσετε αν η συσκευή λειτουργεί κανονικά**

**ii. Πόση θερμότητα αναπτύσεται στη συσκευή σε χρόνο Δt = 2min**

**iii. Ποιός ο λόγος της ισχύος που απορροφά η συσκευή προς την συνολική ισχύ που παρέχει η πηγή;**

**9.** **Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος οι $\Delta_1$ και $\Delta_2$ είναι κλειστοί. Να βρεθούν:**



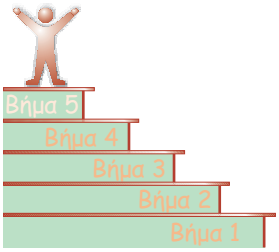

**α. Η ολική ισχύς $P_{ολ}$ που προσφέρει η πηγή, όταν ο πυκνωτής C είναι φορτισμένος.**

**β. Το φορτίο του πυκνωτή**

**γ. Ανοίγουμε το διακόπτη $\Delta_1$ ποια θερμότητα παραγέται συνολικά στις $R_2$ και $R_3$;**

**δ. Αν ανοίγαμε το διακόπτη $\Delta_2$ (με ανοιχτό τον $\Delta_1$) κατά τη διάρκεια της εκφόρτισης, τη στιγμή που η ενέργεια στον πυκνωτή ήταν το $\frac{1}{4}$ της αρχικής του ενέργειας ποιο φορτίο θα είχε περάσει από τη $R_2$ από την αρχή της εκφόρτισης μέχρι εκείνη τη στιγμή;**

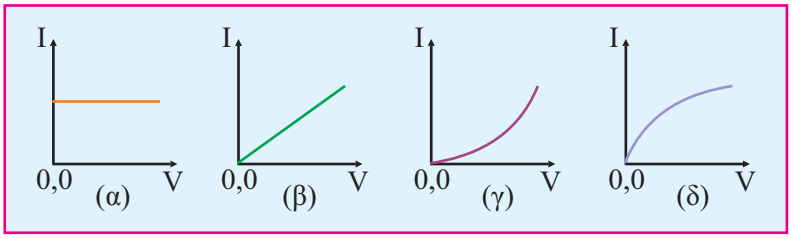
**Δίνονται: $E = 10V$, $r = 1\Omega$, $R_1 = 4\Omega$, $R_3 = 5\Omega$, $C = 8\mu F$.**




# Ελέγχουμε τη γνώση μας

## Θέμα 1ο

**1.** Ποιό από τις παρακάτω γραφικές παραστάσεις αντιστοιχεί στο νόμο του Ohm;




*(Μονάδες 5)*

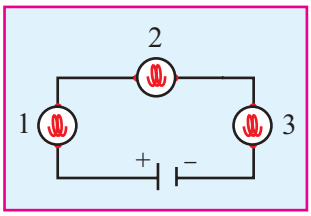
**2.** Η αντίσταση ενός μεταλλικού αγωγού που βρίσκεται σε σταθερή θερμοκρασία:
**α.** εξαρτάται από την τάση στα άκρα του αγωγού.
**β.** εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.
**γ.** είναι ανάλογη της διατομής του αγωγού.
**δ.** είναι ανάλογη του μήκους του αγωγού.
Ποιά είναι η σωστή απάντηση;

*(Μονάδες 5)*

**3.** Ο ρόλος μιας ηλεκτρικής πηγής σε ένα κύκλωμα είναι:
**α.** να δημιουργεί διαφορά δυναμικού.
**β.** να παράγει ηλεκτρικά φορτία.
**γ.** να αποθηκεύει ηλεκτρικά φορτία.
**δ.** να επιβραδύνει την κίνηση των ηλεκτρικών φορτίων.

*(Μονάδες 5)*

**4.** Στο κλειστό κύκλωμα του σχήματος τα λαμπάκια 1, 2 και 3 αρχικά φωτοβολούν. Αν καεί το λαμπάκι 2, τότε ποιά από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστές;
**α.** Το λαμπάκι 1 θα συνεχίσει να φωτοβολεί, ενώ το λαμπάκι 3 θα πάψει να φωτοβολεί.
**β.** Το λαμπάκι 1 και 3 θα πάψουν να φωτοβολούν.




**γ.** Το λαμπάκι 3 θα συνεχίσει να φωτοβολεί, ενώ το λαμπάκι 1 θα πάψει να φωτοβολεί.
**δ.** Το λαμπάκι 1 και 3 θα συνεχίσουν να φωτοβολούν.

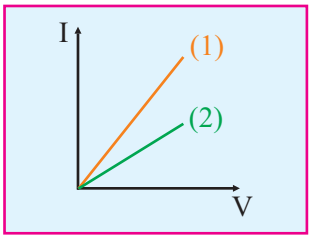
*(Μονάδες 5)*

**5.** Δύο ίσες αντιστάσεις συνδέονται παράλληλα. Αν η τιμή κάθε αντίστασης είναι R, ποιά από τις παρακάτω απαντήσεις θα ισούται με την ολική αντίσταση:

**α.** 2R **β.** 4R **γ.** R/2 **δ.** R

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο




**1.** Για δύο χάλκινους αγωγούς ίδου μήκους τα διαγράμματα $I = f(V)$ φαίνονται στο σχήμα. Να συγκρίνετε τα μεγέθη

**α.** $R_1$ και $R_2$ και **β.** $S_1$ και $S_2$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

*(Μονάδες 8)*

**2.** Να αποδείξετε ότι η ολική αντίσταση $R_{ολ}$, δύο αντιστάσεων $R_1$ και $R_2$ συνδεδεμένων παράλληλα δίνεται από τη σχέση $\frac{1}{R_{ολ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$. Να σχεδιαστεί η συνδεσμολογία των αντιστάσεων

*(Μονάδες 9)*

**3.** Να επιβεβαιώσετε ή να διαψεύσετε του παρακάτω ισχυρισμούς:

**α.** Στην σε σειρά σύνδεση δύο αντιστατών, η ισοδύναμη αντίσταση είναι μεγαλύτερη από την μεγαλύτερη από τις δύο αντιστάσεις.

**β.** Στην παράλληλη σύνδεση δύο αντιστατών, η ισοδύναμη αντίσταση είναι μικρότερη από τη μικρότερη από τις δύο αντιστάσεις.

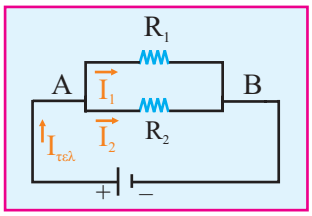
*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

*(Μονάδες 6)*

## Θέμα 3ο

Στο κύκλωμα του σχήματος η διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Α και Β είναι $V_{AB} = 80V$. Η τιμή της αντίστασης $R_1$ είναι $R_1 = 5\Omega$. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα είναι $I_{ολ} = 20A$. Να υπολογίσετε:




**α.** την ένταση $I_1$ του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη με αντίσταση $R_1$.

*(Μονάδες 9)*

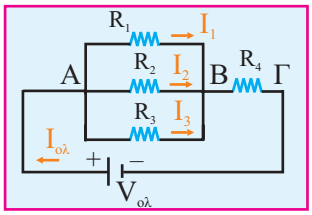
**β.** την ένταση $I_2$ του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη με αντίσταση $R_2$.

*(Μονάδες 9)*

**γ.** την αντίσταση $R_2$.

*(Μονάδες 7)*

## Θέμα 4ο




Στο κύκλωμα του διπλανού σχήματος οι αντιστάσεις $R_1, R_2$ και $R_3$ είναι συνδεδεμένοι παράλληλα μεταξύ των σημείων Α και Β, ενώ ο αντιστάτης $R_4$ συνδέεται σε σειρά με το σύστημά τους. Στα άκρα Α και Γ του κυκλώματος εφαρμόζεται συνεχής τάση V. Δίνονται οι τιμές των αντιστάσεων $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 2,5\Omega$, $R_3 = 10\Omega$, $R_4 = 4\Omega$ καθώς και η τιμή της έντασης του ρεύματος $I_1 = 5A$ που διαρρέει τον αντιστάτη $R_1$. Να υπολογίσετε:

**α.** την ολική αντίσταση του κυκλώματος

*(Μονάδες 5)*

**β.** τις τιμές των εντάσεων $I_2, I_3, I_4$ των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες $R_2, R_3$ και $R_4$ αντίστοιχα.

*(Μονάδες 6)*

**γ.** την τάση $V_{ολ}$ στα άκρα του κυκλώματος

*(Μονάδες 6)*

**δ.** τον αριθμό των ηλεκτρονίων που διέρχονται από μια διατομή του αντιστάτη $R_4$ σε χρόνο $t = 0,8s$. Δίνεται το φορτίο του ηλεκτρονίου: $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}\,C$.

*(Μονάδες 8)*

## Θέμα 1ο

**1.** Το ποσό της θερμότητας που εκλύεται σε έναν αντιστάτη με σταθερή αντίσταση R όταν διαρρέεται από ρεύμα έντασης I σε χρόνο t, είναι Q. Αν η ένταση του ρεύματος υποδιπλασιαστεί, ποιά από τις παρακάτω απαντήσεις δίνει το ποσό της θερμότητας που εκλύεται στον ίδιο αντιστάτη και στον ίδιο χρόνο.

**α.** $Q/2$ **β.** 2Q **γ.** $Q/4$ **δ.** 4Q.

*(Μονάδες 5)*

**2.** Η KWh (κιλοβατώρα) είναι μονάδα μέτρησης,

**α.**ενέργειας **β.** ισχύος
**γ.** έντασης ρεύματος **δ.** ηλεκτρικού φορτίου.
Ποιά η σωστή απάντηση;

*(Μονάδες 5)*

**3.**Αντιστάτης με αντίσταση R καταναλώνει ισχύ P όταν η τάση στα άκρα του είναι V. Αν η τάση στα άκρα του αντιστάτη διπλασιαστεί, ποιά από τις παρακάτω θα είναι τότε η ισχύς που καταναλώνει ο αντιστάτης;

**α.** 4P **β.** 2P **γ.** P/2 **δ.** P/4

*(Μονάδες 5)*

**4.**Μια ηλεκτρική κουζίνα έχει χαρακτηριστικά λειτουργίας 4400W και 220V. Ποιά από τις παρακάτω τιμές μας δίνει την ασφάλεια προστασίας της;

**α.** 10A **β.** 50mA **γ.** 2A **δ.** 20A.

*(Μονάδες 5)*

**5.** Να συμπληρωθούν τα κενά στις παρακάτω προτάσεις:

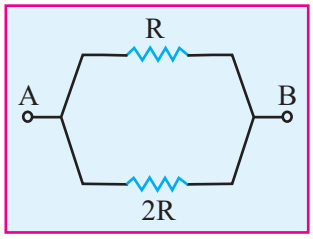
**α.** Το 1J είναι μονάδα **(α)** .....
**β.** Η 1 KWh είναι μονάδα **(β)** .....
**γ.** Το 1W είναι μονάδα **(γ)** .....
**δ.** Το 1 cal είναι μονάδα **(δ)** .....

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1.** Στα άκρα A και B της συνδεσμολογίας του σχήματος εφαρμόζεται τάση V. Να εξετάσετε σε ποιόν αντιστάτη η κατανάλωση ισχύος είναι μεγαλύτερη. Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 8)*



**2.** Συνδέουμε ένα λαμπάκι με χαρακτηριστικά λειτουργίας 4,5V και 15W με μπαταρία i. 3V και ii. 5V. Σε κάθε περίπτωση το λαμπάκι θα λειτουργεί κανονικά ή όχι;

*(Μονάδες 8)*

**3.** Η καταναλισκόμενη ισχύς σε έναν αντιστάτη (ρυθμός παραγωγής θερμότητας στον αντιστάτη) δίνεται από τη σχέση: $P = I^2R$ ή από τη σχέση $P = \frac{V^2}{R}$. Σύμφωνα με την πρώτη σχέση η ισχύς είναι ανάλογη της αντίστασης, ενώ σύμφωνα με τη δεύτερη σχέση η ισχύς είναι αντίστροφα ανάλογη της αντίστασης. Πώς εξηγείτε αυτό το παράδοξο;

*(Μονάδες 9)*

## Θέμα 3ο

Πάνω σ' έναν ηλεκτρικό θερμοσίφωνα αναγράφονται οι ενδείξεις P = 2,2KW και V = 220V.

**α.** Τι σημαίνουν οι ενδείξεις αυτές;

*(Μονάδες 6)*

**β.** Τί ασφάλεια πρέπει να προστατεύει τη συσκευή;

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Πόσο το κόστος της λειτουργίας του θερμοσίφωνα για t = 1h αν η ΔΕΗ χρεώνει 0,68€/KWh;

*(Μονάδες 6)*

**δ.** Σε πόσο χρόνο θα ζεστάνει νερό μάζας 100Kg ανεβάζοντας τη θερμοκρασία της από του 18ºC στους 68ºC; Δίνεται η ειδική θερμότητα του νερού $C = 4,2\ J/g\ ^0C$

## Θέμα 4ο

Δύο λαμπτήρες έχουν στοιχεία κανονικής λειτουργίας 50W/100V και 100W/100V αντίστοιχα. Συνδέουμε τους λαμπτήρες σε σειρά και στα άκρα τους εφαρμόζουμε τάση 225V. Αν η αντίσταση του κάθε λαμπτήρα παραμένει σταθερή, να βρεθούν:

**α.** η αντίσταση του κάθε λαμπτήρα

*(Μονάδες 8)*

**β.** η ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα

*(Μονάδες 5)*

**γ.** την ισχύ που καταναλώνεται σε κάθε λαμπτήρα

*(Μονάδες 5)*

**δ.** ποιός από τους δύο λαμπτήρες κινδυνεύει να καταστραφεί;

*(Μονάδες 7)*

## Θέμα 1ο

**1.** Η ηλεκτρεγερτική δύναμη μιας πηγής:

**α.** αναφέρεται σε δύο σημεία του κυκλώματος

**β.** εκφράζει την ανά μονάδα φορτίου ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας, με την οποία τροφοδοτείται ολόκληρο το κύκλωμα.

**γ.** δεν αποτελεί στοιχείο ταυτότητας της πηγής

**δ.** εκφράζει την ανά μονάδα φορτίου ηλεκτρική ενέργεια που παρέχεται στο "εξωτερικό" τμήμα του κυκλώματος.

Ποιά από τις παραπάνω είναι η σωστή;

*(Μονάδες 5)*

**2.** Η πολική τάση μιας πηγής ισούται με την Η.Ε.Δ. της:

**α.** όταν το κύκλωμα δε διαρρέεται από ρεύμα

**β.** σε κάθε περίπτωση

**γ.** όταν η πηγή είναι βραχυκυκλωμένη

**δ.** όταν η εσωτερική της αντίσταση είναι μεγαλύτερη από την αντίσταση που έχει το εξωτερικό κύκλωμα.

Ποιά από τις παραπάνω προτάσεις είναι η σωστή;

*(Μονάδες 5)*

**3.** Ποιά από τις παρακάτω προτάσεις μας δίνει τα στοιχεία ταυτότητας μιάς ηλεκτρικής πηγής;

**α.** Η ισχύς P και η πολική της τάση V

**β.** Η Η.Ε.Δ. της E και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος I

**γ.** Η πολική τάση V και η εσωτερική της αντίσταση r

**δ.** Η Η.Ε.Δ. της E και η εσωτερική της αντίσταση r

*(Μονάδες 5)*

**4.** Να αντιστοιχίσετε κάθε στοιχείο της αριστερής στήλης **A** με κάποιο στοιχείο της δεξιάς στήλης **B**.

| Στήλη A | Στήλη B |
|---|---|
| **α.** $V_{\Pi} \cdot I$ | **1.** Ισχύς που παρέχεται στο εξωτερικό κύκλωμα. |
| **β.** $I^2 \cdot r$ | **2.** Ισχύς που καταναλώνεται στην εσωτερική αντίσταση. |
| **γ.** $E \cdot I - I^2 \cdot r$ | **3.** Ρεύμα βραχυκύκλωσης. |
| **δ.** $V_P^2 / R$ | **4.** Πολική τάση. |
| **ε.** $E / r$ | **5.** Ισχύς που παρέχεται σε ολόκληρο το κύκλωμα. |
| **στ.** $E - I \cdot r$ | |
| **ζ.** $E \cdot I$ | |

α. ☐ β. ☐ γ. ☐ δ. ☐

ε. ☐ στ. ☐ ζ. ☐

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1.** Κλειστό κύκλωμα περιλαμβάνει ηλεκτρική πηγή (E,r), όπου E η Η.Ε.Δ. της πηγής και r η εσωτερική της αντίσταση.

**α.** Πότε λέμε ότι η πηγή είναι βραχυκυκλωμένη;

*(Μονάδες 2)*

**β.** Να αποδείξετε ότι το ρεύμα βραχυκύκλωσης της ηλεκτρικής πηγής δίνεται από τη σχέση $I_\beta = E/r$

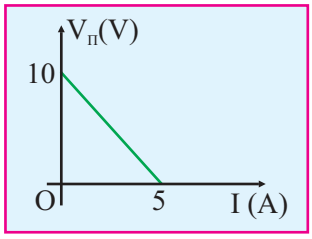
*(Μονάδες 6)*

**2.** Ένα κύκλωμα αποτελείται από πηγή με στοιχεία E,r και αντιστάτη, του οποίου η αντίσταση είναι R. Με βάση την αρχή διατήρησης της ενέργειας να αποδείξετε ότι η ένταση του ρεύματος στο κύκλωμα δίνεται από τη σχέση $I = \frac{E}{R+r}$.

*(Μονάδες 9)*

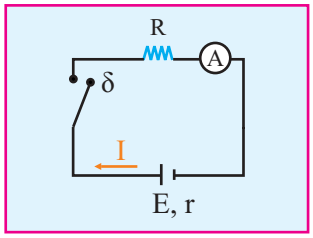
**3.** Από τη χαρακτηριστική καμπύλη μιάς πηγής $V_\pi = f(I)$ του σχήματος, να βρεθούν τα χαρακτηριστικά στοιχεία (E,r) της πηγής.

*(Μονάδες 8)*




## Θέμα 3ο

Όταν ο διακόπτης δ του σχήματος είναι ανοικτός, η πολική τάση της πηγής είναι 100V. Όταν ο διακόπτης είναι κλειστός, η πολική τάση της πηγής είναι 75 V και το αμπερόμετρο δείχνει ένδειξη 2,5 A. Θεωρώντας ότι το αμπερόμετρο έχει αμελητέα εσωτερική αντίσταση, να υπολογιστούν:




**α**. η Η.Ε.Δ. και η εσωτερική αντίσταση r της πηγής.

*(Μονάδες 5)*

**β**. η αντίσταση R του αντιστάτη.

*(Μονάδες 5)*

**γ.** ο ρυθμός με τον οποίο μετατρέπεται σε ηλεκτρική, η εσωτερική (χημική) ενέργεια της πηγής.

**i.** στο εσωτερικό της.

*(Μονάδες 5)*

**ii.** στον αντιστάτη R και

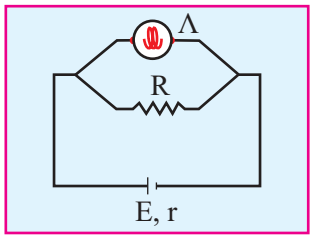
*(Μονάδες 5)*

**iii.** στο συνολικό κύκλωμα

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 4ο

Το λαμπάκι του σχήματος έχει ενδείξεις "4V - 6W". Αν ο αντιστάτης έχει αντίσταση $R = 8\Omega$ και η εσωτερική αντίσταση της πηγής $r = 1\Omega$, να βρεθούν:




**α**. Η ολική αντίσταση του κυκλώματος

*(Μονάδες 6)*

**β.** Η Η.Ε.Δ. της πηγής ώστε το λαμπάκι να λειτουργεί κανονικά

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Ο ρυθμός παραγωγής θερμότητας από το ηλεκτρικό ρεύμα πάνω στην αντίσταση R.

*(Μονάδες 6)*

**δ.** Να βρείτε το λόγο της ισχύος που καταναλώνει ο αντιστάτης προς την ισχύ που καταναλώνει το λαμπάκι.

*(Μονάδες 6)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

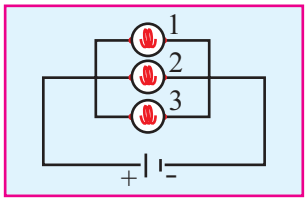
.....

.....

.....

## Θέμα 1ο

**1.** Στο κλειστό κύκλωμα του σχήματος τα λαμπάκια 1,2 και 3 αρχικά φωτοβολούν. Αν καεί το λαμπάκι 2, τότε ποιά από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;



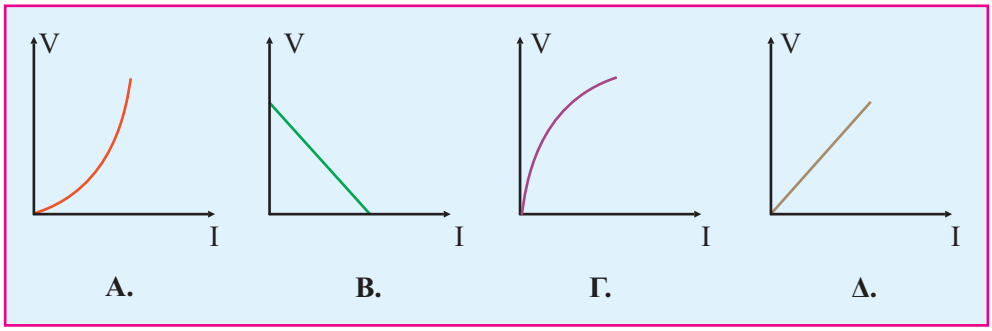

**α.** Το λαμπάκι 1 θα συνεχίσει να φωτοβολεί, ενώ το λαμπάκι 3 θα πάψει να φωτοβολεί.
**β.** Τα λαμπάκια 1 και 3 θα πάψουν να φωτοβολούν.
**γ.** Το λαμπάκι 3 θα συνεχίσει να φωτοβολεί, ενώ το λαμπάκι 1 θα πάψει.
**δ.** Τα λαμπάκια 1 και 3 θα συνεχίσουν να φωτοβολούν.

*(Μονάδες 5)*

**2.** Ένας αγωγός διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης 1A, όταν από μιά διατομή του διέρχεται φορτίο:
**α.** ενός ηλεκτρονίου σε 1s
**β.** 1C σε 0,1s,
**γ.** 0,1C σε 0,1s
**δ.** 0,1C σε 1s.

*(Μονάδες 5)*

**3.** Οι παρακάτω γραφικές παραστάσεις είναι χαρακτηριστικές καμπύλες τεσσάρων διαφορετικών διπόλων. Ο νόμος του Ohm




**α.** ισχύει μόνο για το δίπολο του οποίου η χαρακτηριστική καμπύλη είναι η Β
**β.** ισχύει μόνο για το δίπολο του οποίου η χαρακτηριστική καμπύλη είναι η Δ
**γ.** ισχύει και για τα τέσσερα δίπολα
**δ.** δεν ισχύει για κανένα από τα δίπολα αυτά.

*(Μονάδες 5)*

**4.** Το φαινόμενο Joule εμφανίζεται
**α.** μόνο στους αγωγούς που υπακούουν στο νόμο του Ohm
**β.** μόνο στο εσωτερικό των ηλεκτρικών πηγών
**γ.** μόνο στους ηλεκτρικούς λαμπτήρες
**δ.** σε κάθε συσκευή στην οποία οι ρευματοφόροι αγωγοί παρουσιάζουν ωμική αντίσταση.

Ποιά από τις παραπάνω προτάσεις είναι η σωστή;

*(Μονάδες 5)*

**5.** Να αντιστοιχίσετε τα μεγέθη με τις μονάδες μέτρησής τους.

| Μεγέθη | Μονάδες |
|---|---|
| **Α.** Διαφορά δυναμικού | **1.** Ω · m |
| **Β.** Ισχύς | **2.** A |
| **Γ.** Ένταση ρεύματος | **3.** V |
| **Δ.** Αντίσταση | **4.** Ω |
| **Ε.** Ειδική αντίσταση | **5.** J |
| **ΣΤ.** Ηλεκτρική ενέργεια | **6.** W |

**α.** ☐ **β.** ☐ **γ.** ☐

**δ.** ☐ **ε.** ☐ **στ.** ☐

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1.** Ποιά είναι η εξάρτηση της αντίστασης ενός αγωγού σε σχέση με τη θερμοκρασία για τις διάφορες τιμές του θερμικού συντελεστή α. Να διακρίνετε περιπτώσεις.

*(Μονάδες 10)*

**2.** Τίνος μεγέθους μονάδα μέτρησης είναι η 1KWh; Να μετατρέψετε την 1KWh στην αντίστοιχη μονάδα του ίδιου μεγέθους στο S.I.

*(Μονάδες 7)*

**3.** Ένα σύρμα παρουσιάζει αντίσταση R. Αν λιώσουμε τη μεταλλική μάζα του σύρματος και με αυτή σχηματίσουμε ένα άλλο σύρμα διπλάσιου μήκους από το αρχικό, ποιά η νέα αντίσταση του σύρματος;

*(Μονάδες 8)*

## Θέμα 3ο

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 5\Omega$ και $R_2 = 10\Omega$ συνδέονται παράλληλα προς τους πόλους πηγής εσωτερικής αντίστασης $r = 5/3\,\Omega$. Αν ο αντιστάτης $R_2$ διαρέεται από ρεύμα έντασης $I_2 = 2A$, να βρεθούν:

**α.** η Η.Ε.Δ. της πηγής

*(Μονάδες 9)*

**β.** η ισχύς που δίνει η πηγή στο "εξωτερικό" κύκλωμα

*(Μονάδες 4)*

**γ.** η ολική ηλεκτρική ισχύς του κυκλώματος

*(Μονάδες 4)*

**δ.** η ισχύς που καταναλώνει κάθε αντιστάτης

*(Μονάδες 4)*

**ε.** η ισχύς που καταναλώνεται στο εσωτερικό της πηγής

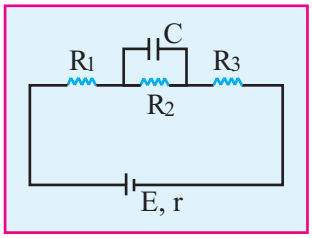
*(Μονάδες 4)*

## Θέμα 4ο

Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος: Αν

$R_1 = 2\Omega,\ R_2 = 3\Omega,\ R_3 = 4\Omega,\ E = 10V,\ r = 1\Omega\ C = 10\mu F$

να βρεθούν:




**α.** Η ολική αντίσταση του κυκλώματος.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

*(Μονάδες 6)*

**γ.** Το φορτίο του πυκνωτή καθώς και την ενέργειά του.

*(Μονάδες 7)*

**δ.** Πόση ισχύς δαπανάται στο εξωτερικό κύκλωμα.

*(Μονάδες 6)*

## Θέμα 1ο

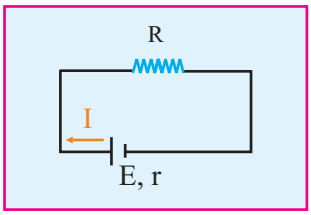
**1.** Η αντίσταση ενός χάλκινου αγωγού σταθερής θερμοκρασίας εξαρτάται από:
**α.** την τάση στα άκρα του.
**β.** την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει
**γ.** τις διαστάσεις του αγωγού.
**δ.** τη μάζα του αγωγού.
Ποιά είναι η σωστή απάντηση;

*(Μονάδες 5)*

**2.** Ένα αμπερόμετρο συνδεδεμένο σε σειρά με τον αντιστάτη ενός κυκλώματος έχει ένδειξη ίση με:
**α.** τη διαφορά δυναμικού στα άκρα του αντιστάτη.
**β.** την ισχύ που καταναλώνεται στον αντιστάτη.
**γ.** την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη.
**δ.** το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από τον αντιστάτη.
Ποιά είναι η σωστή απάντηση;

*(Μονάδες 5)*

**3.** Χρησιμοποιώντας την αρχή διατήρησης της ενέργειας στο διπλανό κύκλωμα, ποιά από τις παρακάτω προτάσεις θα ισχύει;




**α.** $E \cdot I = I^2 R + I^2 r$ **β.** $E \cdot I = I^2 R - I^2 r$

**γ.** $V_\pi \cdot I - I^2 r + I^2 R$ **δ.** $V_\pi \cdot I - I^2 \cdot r - I^2 \cdot R$

*(Μονάδες 5)*

**4.** Δίνονται οι παρακάτω σχέσεις:

**Α.** $W = \frac{V^2}{R \cdot t}$ **Β.** $W = I^2 \cdot R \cdot t$ **Γ.** $P = \frac{V^2}{R \cdot t}$ **Δ.** $P = I^2 \cdot R \cdot t$

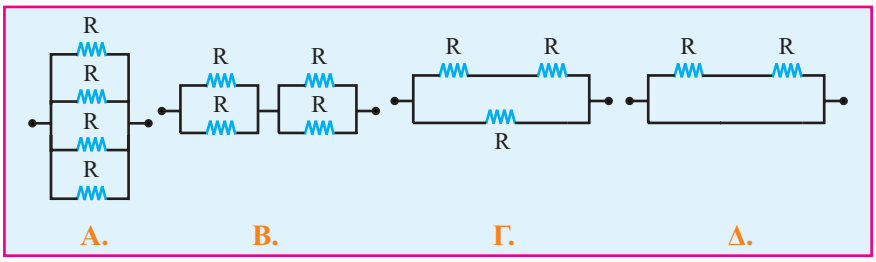
Για έναν αντιστάτη με αντίσταση R ποιά από τις παρακάτω προτάσεις ισχύει:
**α.** οι σχέσεις Α και Δ είναι σωστές.
**β.** όλες οι σχέσεις είναι σωστές.
**γ.** καμμία σχέση δεν είναι σωστή.
**δ.** η σχέση Β είναι σωστή.

*(Μονάδες 5)*

**5.** Στις παρακάτω συνδεσμολογίες όλοι οι αντιστάτες έχουν την ίδια αντίσταση R.

Να αντιστοιχίσετε την ισοδύναμη αντίσταση κάθε συνδεσμολογίας με τις τιμές:

**α.** R **β.** 0 **γ.** $\frac{2R}{3}$ **δ.** $\frac{R}{4}$

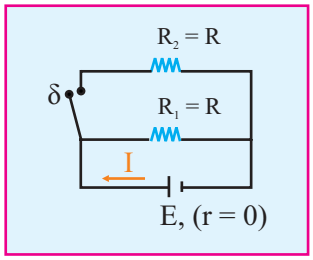



α. ☐ β. ☐ γ. ☐ δ. ☐

*(Μονάδες 5)*

## Θέμα 2ο

**1.** Να αιτιολογήσετε ποιές από τις παρακάτω προτάσεις που αναφέρονται στο διπλανό κύκλωμα είναι σωστές και ποιές λάθος;




**α.** Η πολική τάση της πηγής είναι ίδια είτε ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός είτε κλειστός.

*(Μονάδες 3)*

**β.** Όταν ανοίξει ο διακόπτης το ρεύμα που περνά από την αντίσταση $R_1$ δεν αλλάζει τιμή.

*(Μονάδες 3)*

**γ.** Η πηγή προσφέρει στο κύκλωμα την ίδια ισχύ είτε ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός είτε κλειστός.

*(Μονάδες 3)*

**δ.** Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή, είναι ίδια είτε ο διακόπτης δ είναι ανοιχτός, είτε είναι κλειστός.

*(Μονάδες 3)*

**2.** Κύκλωμα αποτελείται από πηγή με χαρακτηριστικά E, r και δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1$ και $R_2$. Στο διάγραμμα του σχήματος φαίνονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες: της πηγής (1), του αντιστάτη $R_1$ (2) και της ολικής αντίστασης $R_{ολ}$ του εξωτερικού κυκλώματος (3). Με βάση το διάγραμμα να βρεθούν:

**α.** τα χαρακτηριστικά της πηγής E και r.

*(Μονάδες 3)*

**β.** η τιμή της αντίστασης του αντιστάτη $R_1$.

*(Μονάδες 2)*

**γ.** η τιμή της αντίστασης της ολικής αντίστασης $R_{ολ}$.

*(Μονάδες 2)*

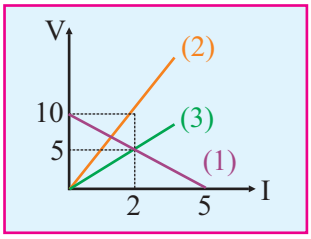
**δ.** ο τρόπος σύνδεσης των αντιστατών $R_1$ και $R_2$.

*(Μονάδες 3)*

**ε.** η τιμή της αντίστασης του αντιστάτη $R_2$.

*(Μονάδες 3)*

## Θέμα 3ο




Τέσσερις αντιστάτες $R_1$, $R_2$, $R_3$ και $R_4$ με αντίστοιχες αντιστάσεις 6Ω, 6Ω, 3Ω και 6Ω συνδέονται, όπως φαίνεται στο διπλανό κύκλωμα. Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αντιστάτη $R_3$ είναι 4Α. Τα άκρα Α και Β της διάταξης συνδέονται με πηγή ΗΕΔΕ και αμελητέας εσωτερικής αντίστασης.

**α.** Ποιά θα είναι η ένδειξη ενός ιδανικού βολτόμετρου, αν τα άκρα του συνδεθούν στα σημεία Γ και Β;

*(Μονάδες 3)*

**β.** Να υπολογίσετε την ολική αντίσταση του κυκλώματος

*(Μονάδες 7)*

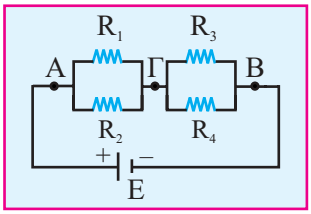
**γ.** Να υπολογίσετε την ΗΕΔ της πηγής.

*(Μονάδες 6)*

**δ.** Να υπολογίσετε το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία της διάταξης επί 24 ώρες, όταν μια kWh κοστίζει 0,07 Ευρώ.

*(Μονάδες 9)*

## Θέμα 4ο




Κλειστό κύκλωμα περιλαμβάνει πηγή με χαρακτηριστικά Ε = 120V και εσωτερική αντίσταση r, αμπερόμετρο αμελητέας αντίστασης και αντιστάτη αντίστασης $R_1 = 10\Omega$. Τότε το αμπερόμετρο δείχνει ένταση Ι = 10Α. Στο κύκλωμα παρεμβάλλουμε και αντιστάτη, αντίστασης $R_2$, οπότε η ένδειξη του αμπερόμετρου γίνεται Ι΄= 30Α. Να βρεθούν:

**α.** η εσωτερική αντίσταση r της πηγής

*(Μονάδες 5)*

**β.** Ποιός ο τρόπος σύνδεσης του αντιστάτη $R_2$ στο κύκλωμα και ποιά η τιμή της αντίστασής του.

*(Μονάδες 7)*

**Στο τελικό κύκλωμα**

**γ.** ποιά η τάση στα άκρα της $R_1$;

*(Μονάδες 5)*

**δ.** ποιό ποσό θερμότητας αναπτύσσεται στο "εξωτερικό" κύκλωμα σε μια ώρα; Να βρεθεί αυτό το ποσό θερμότητας σε Joule, και kWh.

*(Μονάδες 8)*

# Κεφάλαιο 3ο

## Ηλεκτρομαγνητισμός

**Ο μαθητής που έχει μελετήσει το 3ο κεφάλαιο, πρέπει να είναι σε θέση:**

- ✓ Να περιγράφει το μαγνητικό πεδίο γύρω από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους και να υπολογίζει το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε κάποιο σημείο του καθώς και να βρίσκει την κατεύθυνσή της.
- ✓ Να περιγράφει το μαγνητικό πεδίο γύρω από κυκλικό αγωγό και να υπολογίζει το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του καθώς και να βρίσκει την κατεύθυνσή της.
- ✓ Να γνωρίζει ότι στο εσωτερικό του σωληνοειδούς το μαγνητικό πεδίο είναι ομογενές, να βρίσκει την κατεύθυνση του και έχει κατά νου ότι η ένταση του πεδίου στα άκρα του είναι το μισό της έντασης που επικρατεί στο κέντρο του.
- ✓ Να ορίζει τη μαγνητική διαπερατότητα και να γνωρίζει τι τιμές πέρνει ανάλογα με το υλικό.
- ✓ Να υπολογίζει το μέτρο και την κατεύθυνση της δύναμης Laplace, δύναμη που ασκεί ομογενές μαγνητικό πεδίο σε ευθύγραμμο αγωγό.
- ✓ Να ορίζει την ένταση του μαγνητικού πεδίου και τη μονάδα της.
- ✓ Να ορίζει την μαγνητική ροή και την μονάδα της καθώς και να γνωρίζει πότε πέρνει τη μέγιστη και την ελάχιστη τιμής της, όταν διέρχεται από επιφάνεια που βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο.
- ✓ Να γνωρίζει το φαινόμενο της επαγωγής και να διατυπώνει τον νόμο του Faraday.
- ✓ Να διατυπώνει τον κανόνα του Lenz και να σχεδιάζει τη φορά του επαγωγικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα.
- ✓ Να διατυπώνει και να αποδεικνύει τον νόμο του Neumann για το επαγωγικό φορτίο.

# Τυπολόγιο 3ου Κεφαλαίου

## Ηλεκτρομαγνητισμός

### Μαγνητικές εντάσεις ευθύγραμμου, κυκλικού αγωγού, σωληνοειδούς

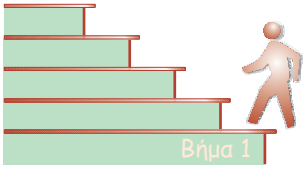
| | | |
|---|---|---|
| Για το κενό: $K_{\mu\alpha\gamma\nu} = \frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}$ | Μαγνητικό πεδίο γύρω από **ευθύγραμμο αγωγό** μεγάλου μήκους $B_\Sigma = K_{\mu\alpha\gamma\nu}\frac{2I}{r}$ ή $B = \mu_0\frac{I}{2\pi\cdot r}$ | Μαγνητικό πεδίο στο **εσωτερικό σωληνοειδούς**. $B = K_{\mu\alpha\gamma\nu}4\pi\cdot I\cdot n = \mu_0\cdot I\cdot n$ όπου $n = N/\ell$. Στο εσωτερικό **σωληνοειδούς** απείρου μήκους με πυρήνα $B = \mu\cdot\mu_0\cdot I\cdot n$, ενώ στα άκρα του $B' = B/2$ |
| Μαγνητικό πεδίο στο κέντρο **κυκλικού ρευματοφόρου αγωγού** $B = \mu_0\frac{I}{2\cdot r}$ ή $B = K_{\mu\alpha\gamma\nu}\frac{2\pi I}{r}$ | $K_{\mu\alpha\gamma\nu} = \mu\mu_0/4\pi$ (γενικά), $\mu_0 = 4\pi\cdot 10^{-7}\,N/A^2$<br>$\mu$ = σχετική μαγνητική διαπερατότητα υλικού<br>$\mu = \frac{B}{B_0}$ | |

### Δύναμη Laplace σε αγωγό

| | |
|---|---|
| $F = I\cdot\ell\cdot B\,\eta\mu\theta$ Νόμος Laplace | Νόμος του Laplace για ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (όπου θ η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών). |
| $F_L = B\cdot I\cdot\ell \Rightarrow B = \frac{F_L}{I\cdot\ell}$. Ορισμός της έντασης μαγνητικού πεδίου Β. Μονάδα 1T (Tesla) $1T = 1N/A\cdot m$ | Νόμος του Laplace για ευθύγραμμο ρευματοφόρο αγωγό μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο κάθετα στις δυναμικές γραμμές (μέγιστη τιμή της $F_L$). |

## Επαγωγή

| | |
|---|---|
| $\Phi = B\cdot S\cdot\sigma\upsilon\nu\alpha$ όπου α η γωνία των δυναμικών γραμμών με την κάθετη στην επιφάνεια | Μαγνητική ροή<br>Μονάδα στο S.I. 1Wb (Weber) $1Wb = 1T\cdot m^2$ |
| $E_{\varepsilon\pi} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\cdot N$ | Νόμος επαγωγής του Faraday |
| $I_{\varepsilon\pi} = \frac{E_{\varepsilon\pi}}{R} = -\frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}\cdot N$ | Επαγωγικό ρεύμα |
| $q_{\varepsilon\pi} = I_{\varepsilon\pi}\cdot\Delta t = \frac{\lvert\Delta\Phi\rvert}{R}\cdot N$ | Νόμος του Neumann |




# Μαθαίνουμε τις αποδείξεις

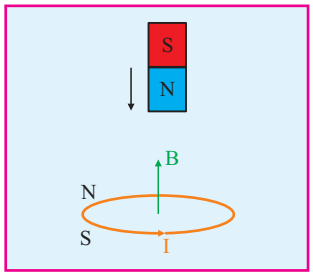
**Απόδειξη 1: Να αποδείξετε ότι το ηλεκτρικό φορτίο που μετατοπίζεται σε ορισμένη μεταβολή μαγνητικής ροής είναι ανεξάρτητο από το χρόνο που διαρκεί η μεταβολή αυτή.**

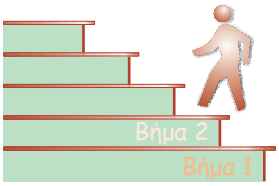
$$\left.\begin{aligned} I_{\varepsilon\pi.} &= \frac{E_{\varepsilon\pi.}}{R} \\ E_{\varepsilon\pi.} &= \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow I_{\varepsilon\pi} = \frac{\Delta\Phi}{R\cdot\Delta t}$$

$$\left.\begin{aligned} Q_{\varepsilon\pi.} &= I\cdot\Delta t \\ I_{\varepsilon\pi.} &= \frac{\Delta\Phi}{R\cdot\Delta t} \end{aligned}\right\} \Rightarrow Q_{\varepsilon\pi.} = \frac{\Delta\Phi}{R}$$

**Απόδειξη 2: Να αναφέρετε παράδειγμα που να αποδεικνύει ότι ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.**

Όταν πλησιάζει ο μαγνήτης αυξάνεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από τον δακτύλιο. Τότε δημιουργείται επαγωγικό ρεύμα στον δακτύλιο τέτοιας φοράς ώστε να αντιστέκεται το μαγνητικό πεδίο που θα δημιουργήσει. Δηλαδή θα δημιουργηθεί από τη μεριά που πλησιάζει ο μαγνήτης βόρειος πόλος N. Αυτό σημαίνει ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο δακτύλιο προκύπτει από τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας του μαγνήτη.






# Επαναλαμβάνουμε τις ασκήσεις "κλειδιά"

## Α. Από το σχολικό βιβλίο

- **Παραδείγματα:** 1 σελ. 149, 2 σελ. 151, 3 σελ. 154, 6 σελ. 167, 7 σελ. 170, 8 σελ. 175
- **Ερωτήσεις:** σελ. 182 (6), σελ. 183 (34 - 36), σελ. 184 (37 - 41), σελ. 185 (42 - 44), σελ. 186 (49), σελ. 187 (50 - 55), σελ. 188 (59 - 63), σελ. 189 (64, 65, 67, 68)
- **Ασκήσεις:** σελ. 191 (5, 6, 8, 9), σελ. 192 (16), σελ. 193 (20, 23, 25), σελ. 194 (29, 30), σελ. 196 (46, 49, 50), σελ. 197 (51)

## Β. Από τα Βιλιομαθήματα

**Βιβλιομάθημα 5: Μαγνητικό πεδίο**

- π.χ. 3.2,3.6,3.7,3.8,3.9,3.10, Ξεχωριστό θέμα
- Ερωτήσεις: σελ. 133 - 136 (1 - 13)
- Προτεινόμενες: 3.1,3.3, 3.4, 3.13, 3.21, 3.22

## Γ. Φυσική Β΄ Λυκείου γενικής παιδείας εκδόσεις “ΟΡΟΣΗΜΟ”

### α. Ευθύγραμμος αγωγός

- Λυμένα παραδείγματα: 2, 3, 5, 6
- Ερωτήσεις: 9.6, 9.7, 9.8, 9.11
- Ασκήσεις για λύση: 9.19, 9.21, 9.24

### β. Κυκλικός αγωγός

- Λυμένα παραδείγματα: 2, 4
- Ερωτήσεις: 10.6, 10.7, 10.8
- Ασκήσεις για λύση: 10.9, 10.11, 10.12, 10.16

### γ. Σωληνοειδές

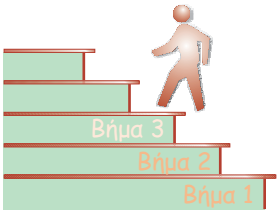
- Λυμένα παραδείγματα: 2, 3, 4, 5
- Ερωτήσεις: 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.10, 11.11
- Ασκήσεις για λύση: 11.16, 11.17, 11.19, 11.20

### δ. Δύναμη Laplace

- Λυμένα παραδείγματα: 3, 4, 5
- Ερωτήσεις: 12.2, 12.3, 12.6, 12.18
- Ασκήσεις για λύση: 12.23, 12.26, 12.27

### ε. Επαγωγή

- Λυμένα παραδείγματα: 3, 4, 5, 6, 9, 12
- Ερωτήσεις: 13.5, 13.6, 13.7, 13.10
- Ασκήσεις για λύση: 13.26, 13.28, 13.30, 13.34, 13.35




# Λύνουμε περισσότερες ασκήσεις

**1.** **Ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους που διαρρέεται από ρεύμα $I_1 = 10A$ βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με κυκλικό αγωγό και εφάπτεται σ' αυτόν.**

**α. Αν ο κυκλικός αγωγός διαρρέεται από ρεύμα $I_2 = 15/\pi$ A να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού Κ. Δίνεται ακτίνα κυκλικού αγωγού r = 10 cm.**

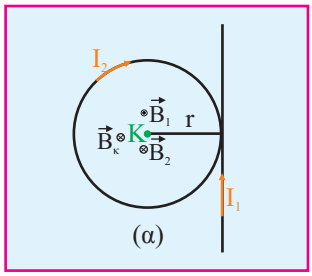
**β. Αν σε αντιδιαμετρικό σημείο εφάπτεται ευθύγραμμος αγωγός μεγάλου μήκους που βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με του δύο άλλους αγωγούς, να βρεθεί η ένταση του ρεύματος που πρέπει να τον διαρρέει ώστε στο κέντρο του κυκλικού αγωγού η ένταση του μαγνητικού πεδίου να μηδενιστεί.**

**Λύση:**

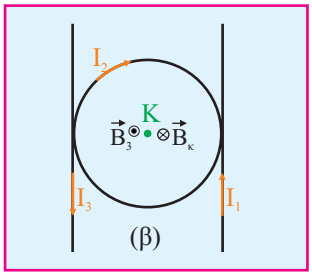
**α.** $B_1 = K_\mu \dfrac{2I_1}{r} = 10^{-7}\dfrac{2\cdot 10}{10\cdot 10^{-2}} = 2\cdot 10^{-5}T$

$B_2 = K_\mu \dfrac{2\pi I_2}{r} = 10^{-7}\dfrac{2\pi\cdot 15/\pi}{10\cdot 10^{-2}} = 3\cdot 10^{-5}T$

$B_K = B_2 - B_1 = 3\cdot 10^{-5}T - 2\cdot 10^{-5}T = 1\cdot 10^{-5}T$ με κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο της σελίδας και φορά από τον αναγνώστη προς τη σελίδα.




**β.** Για να μηδενιστεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου πρέπει να δημιουργηθεί ένταση μαγνητικού πεδίου από τον δεύτερο ευθύγραμμο αγωγό αντίθετη απο την $B_K$ που δημιουργούν οι άλλοι δύο, δηλαδή, να είναι είναι κάθετη στο επίπεδο της σελίδας και φορά από τη σελίδα στον αναγνώστη, μέτρο δε ίσο με την $B_K$.




$$\left.\begin{array}{l} B_3 = B_K \\ B_3 = K\mu\dfrac{2I_3}{r} \end{array}\right\} \Rightarrow K\mu\frac{2I_3}{r} = B_K \Rightarrow I_3 = \frac{B_K\cdot r}{2\cdot K_\mu} = \frac{1\cdot 10^{-5}\cdot 10\cdot 10^{-2}}{2\cdot 10^{-7}}A = 5A$$

Η ένταση του ρεύματος $I_3$ θα έχει φορά που θα είναι αντίρροπη της φοράς του ρεύματος $I_1$ χρησιμοποιώντας τον κανόνα του δεξιού χεριού.

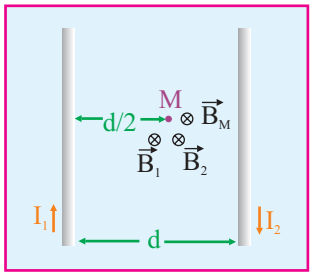
**2.** **Δύο ευθύγραμμοι αγωγοί μεγάλου μήκους βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, είναι παράλληλοι μεταξύ τους και βρίσκονται σε απόσταση d = 20 cm.**

**α. Αν διαρρέονται από αντίρροπα ρεύματα, ο μεν πρώτος με ρεύμα έντασης $I_1 = 10A$ και ο δε δεύτερος με ρεύμα έντασης $I_2 = 20A$, να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν στο μέσο της μεταξύ τους απόστασης.**

**β. Αν διατηρήσουμε τη φορά του ρεύματος του πρώτου αγωγού και αλλάξουμε τη φορά του ρεύματος του δεύτερου αγωγού, πόση θα είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο μέσο της μεταξύ τους απόστασης;**

**γ. Διατηρώντας τη φορά και την ένταση του ρεύματος στους δύο αγωγούς όπως στο ερώτημα (β), σε ποιό σημείο της μεταξύ τους αποστασης η ένταση του πεδίου είναι μηδέν;**

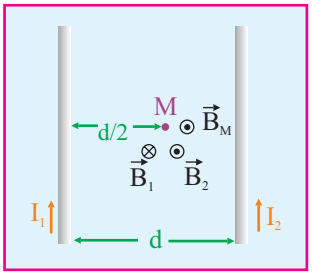
**Λύση:**




**α.** $B_1 = K_\mu \dfrac{2I_1}{\frac{d}{2}} = 10^{-7}\dfrac{2\cdot 10}{10\cdot 10^{-2}} = 2\cdot 10^{-5}T$

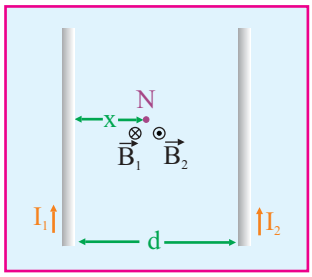
$B_2 = K_\mu \dfrac{2I_2}{\frac{d}{2}} = 10^{-7}\dfrac{2\cdot 20}{10\cdot 10^{-2}} = 4\cdot 10^{-5}T$

$B_M = B_1 + B_2 = 2\cdot 10^{-5}T + 4\cdot 10^{-5}T = 6\cdot 10^{-5}T$ με κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο των δύο αγωγών και φορά από τον αναγνώστη προς την σελίδα.




**β.** Όμοια $B_1 = 2\cdot 10^{-5}T$ $B_2 = 4\cdot 10^{-5}T$

$B_M = B_2 - B_1 = 4\cdot 10^{-5}T - 2\cdot 10^{-5}T = 2\cdot 10^{-5}T$ με κατεύθυνση κάθετη στο επίπεδο των δύο αγωγών και φορά από τη σελίδα προς τον αναγνώστη.



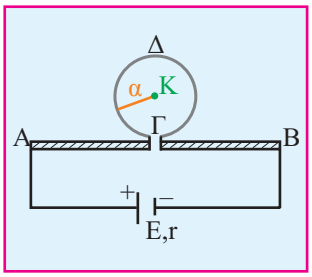

**γ.** Πρέπει: $B_1 = B_2 \Rightarrow K\mu\dfrac{2I_1}{x} = K\mu\dfrac{2I_2}{d-x}$

$\dfrac{10}{x} = \dfrac{20}{20-x} \Rightarrow 20 - x = 2x \Rightarrow 20 = 3x \Rightarrow x = \dfrac{20}{3}cm$

από τον πρώτο αγωγό.

**3.** **Μεταξύ των σημείων Α και Β του διπλανού κυκλώματος παρεμβάλλεται ένα σύρμα το οποίο στο σημείο Γ κάμπτεται σχηματίζοντας κύκλο ακτίνας α = 10 cm. Η αντίσταση του ευθύγραμμου τμήματος του κλά-**

**δου ΑΒ είναι $R_E = 50\Omega$. Το κυκλικό σύρμα βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με το ευθύγραμμο τμήμα ΑΒ και έχει αντίσταση $R_C = 20\Omega$. Η ηλεκτρική πηγή έχει στοιχεία Ε = 30V και r = 5Ω. Να βρείτε:**




**α. Πόσο ρεύμα διαρρέει το κύκλωμα;**

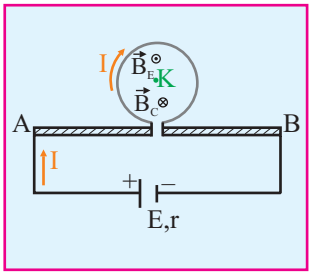
**β. Πόση είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού, λόγω του ρεύματος που διαρρέει τον κλάδο ΑΓΔΒ του κυκλώματος;**

**γ. Αν στρέψουμε τον κυκλικό αγωγό γύρω από την διάμετρό του κατά 90ο, πόσο θα γίνει το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο Κ του κυκλικού αγωγού;** $\left(K_\mu = 10^{-7}\frac{N}{A^2} \text{ και } \pi^2 \simeq 10\right)$

**Λύση:**

**α.** $I = \frac{E}{R_{O\Lambda}} = \frac{30V}{75\Omega} \Rightarrow I = 0,4A$

**β.** Η ένταση στο Κ είναι το διανυσματικό άθροισμα της έντασης $\vec{B}_c$ που οφείλεται στον κυκλικό αγωγό και της $\vec{B}_E$ που οφείλεται στον ευθύγραμμο




$\vec{B}_K = \vec{B}_C + \vec{B}_E$, $B_E = K_\mu \frac{2I}{\alpha} = 8\cdot 10^{-7}\,T$

$B_c = K_\mu \frac{2\pi\cdot I}{\alpha} = 10^{-7}\frac{2\pi\cdot 0,4}{0,1}T \Rightarrow B_C = 8\pi\cdot 10^{-7}\,T$

Είναι $\vec{B}_C \uparrow\downarrow \vec{B}_E$ και επειδή $B_C > B_E \Rightarrow B_K = B_C - B_E \Rightarrow$

$B_K = 8\pi\cdot 10^{-7}\,T - 8\cdot 10^{-7}\,T = 17,12\cdot 10^{-7}\,T$ και με φορά του $B_C$.

**γ.** Τα μέτρα των $B_C$, $B_K$ δεν αλλάζουν, αλλά το $B_C$ στρίβει κατά 90ο, οπότε $\vec{B}_C \perp \vec{B}_E$

$$B_K = \sqrt{B_C^2 + B_E^2} \Rightarrow B_K = \sqrt{640\cdot 10^{-14} + 64\cdot 10^{-14}}\,T \Rightarrow B_K = \sqrt{704}\,10^{-7}\,T.$$

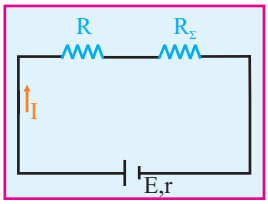
**4. Ένα σωληνοειδές έχει μήκος $\ell = 40\,cm$ και ωμική αντίσταση $R_\Sigma = 10\Omega$. Ο αριθμός σπειρών του σωληνοειδούς είναι N = 500. Σε σειρά με το σωληνοειδές συνδέουμε αντίσταση R = 8Ω και τα άκρα του συστήματος τα συνδέουμε με τους πόλους ηλεκτρικής πηγής ΗΕΔ Ε = 20V και r = 2Ω. Να βρείτε:**

**α. Την ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.**

**β. Αν υποδιπλασιάσουμε το μήκος του πηνίου, συσπειρώνοντάς το, με ποιά αντίσταση $R_x$ πρέπει να αντικατασταθεί η R, ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς να μην αλλάξει;**

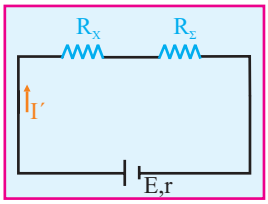
**γ. Αν στο εσωτερικό του πηνίου τοποθετήσουμε σιδηρομαγνητικό υλικό, μαγνητικής διαπερατότητας μ = 500, πόσο θα γίνει το μαγνητικό πεδίο;** $\left(K_\mu = 10^{-7}\dfrac{N}{A^2}\right)$

**Λύση:**




**α.** $I = \dfrac{E}{R_{ολ}} = \dfrac{E}{R_\Sigma + R + r} = \dfrac{20}{20}A = 1A$

$$B = K_\mu 4\pi\frac{N}{\ell}\cdot I = 10^{-7}4\pi\frac{500}{4\cdot 10^{-1}}\cdot 1T \Rightarrow B = 5\pi\cdot 10^{-4}T$$




**β.** Αν το μήκος του σωληνοειδούς υποδιπλασιασθεί με συσπείρωση, $\left(\ell' = \dfrac{\ell}{2}\right)$ τότε το μαγνητικό πεδίο B΄ θα διπλασιαθεί. Επειδή όμως θέλουμε B΄= B θα πρέπει $I' = \dfrac{I}{2}$

$$I' = \frac{E}{R_x + R_\Sigma + r} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{20}{R_x + 12} \Rightarrow R_x + 12\Omega = 40\Omega \Rightarrow R_x = 40\Omega - 12\Omega = 28\Omega$$

**γ.** $B_1 = \mu\cdot B = 500B = 500\cdot 5\pi\cdot 10^{-4}T = 25\cdot 10^{-2}\pi\ T,$

**5. Ένα σωληνοειδές αποτελείται από N = 1000 σπείρες, έχει μήκος L = 1m, εμβαδόν διατομής $S = 10^{-4}m^2$ και διαρρέται απο συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης I = 25A. Να υπολογίσετε:**

**α. Το μέτρο B της έντασης του ομογενούς μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.**

**β. Τη μαγνητική ροή που διέρχεται από μία σπείρα του σωληνοειδούς, λόγω του μαγνητικού πεδίου του.**

**γ. Την ακτίνα κυκλικού αγωγού ο οποίος διαρρέται από το ίδιο ρεύμα με το σωληνοειδές, αν το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του είναι ίσο με το 1/100 του μέτρου B της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.** $\left(K_\mu = 10^{-7}\dfrac{N}{A^2}\right)$

**Λύση:**

**α.** $B = K\mu \cdot 4\pi \frac{N}{L} \cdot I = 10^{-7} \cdot 4\pi \frac{10^3}{1} 25T \Rightarrow B = \frac{\pi}{100} T$

**β.** $\Phi = B \cdot S = \pi \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-4} Wb \Rightarrow \Phi = \pi \cdot 10^{-6} Wb$

**γ.** $B_c = \frac{1}{100} B \Rightarrow K\mu \frac{2\pi I}{r} = 10^{-2} K\mu \cdot 4\pi \frac{N}{L} \cdot I \Rightarrow$

$\Rightarrow r = \frac{L}{2 \cdot 10^{-2} \cdot N} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2} m \Rightarrow r = 5cm$

**6.** **Ένα κυκλικό πλαίσιο είναι κλειστό και αποτελείται από N = 4 σπείρες, που η κάθε μία έχει μήκος περιφέρειας $\ell = 20\pi cm$ και αντίσταση $R_1 = 0,5\Omega$. Από την χρονική στιγμή $t_0 = 0sec$ έως την χρονική στιγμή t = 6sec η μαγνητική ροή μέσα στο πλαίσιο μεταβάλλεται όπως φαίνεται στο διάγραμμα. Να υπολογίσετε:**

**α. Το μέτρο της επαγωγικής τάσης που θα αναπτυχθεί στο πλαίσιο καθώς και το επαγωγικό ρεύμα.**

**β. Το ηλεκτρικό φορτίο που θα κυκλοφορήσει στο πλαίσιο και τη θερμική ενέργεια που θα αναπτυχθεί σε αυτό.**

**γ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πλαισίου.**

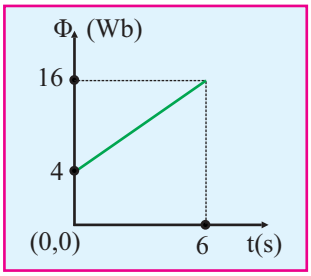
$\left(k\mu = 10^{-7} N/A^2\right)$

**Λύση:**

**α.** Η αντίσταση του πλαισίου είναι: $R_\pi = N \cdot R_1 = 4 \cdot 0,5\Omega = 2\Omega$

$E_{\text{ΕΠ}} = N \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = 4 \cdot \frac{16-4}{6-0} V = 4 \frac{12}{6} V = 8V$

$I_{\text{ΕΠ}} = \frac{E_{\text{ΕΠ}}}{R} = \frac{8V}{2\Omega} = 4A$



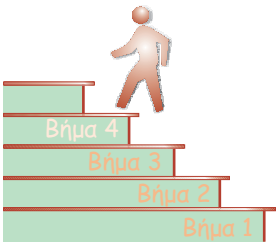

**β.** $q = I_{\text{ΕΠ}} \cdot \Delta t = 4 \cdot 6C = 24C$

$W = I_{\text{ΕΠ}}^2 \cdot R_\Pi \cdot \Delta t = 16 \cdot 2 \cdot 6J = 192J$

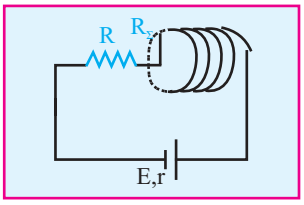
**γ.** Αν r η ακτίνα κάθε σπείρας $\ell = 2\pi \cdot r \Rightarrow r = \frac{\ell}{2\pi} = \frac{20\pi}{2\pi} cm = 10cm$

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του πλαισίου έχει μέτρο.

$$B_\mu = N \cdot K_\mu \frac{2\pi \cdot I}{r} = 4 \cdot 10^{-7} \frac{2\pi \cdot 4}{10^{-1}} T \Rightarrow B_\kappa = 32\pi \cdot 10^{-6} T$$




# Λύνουμε μόνοι μας




**1.** Το κύκλωμα του σχήματος αποτελείται από πηγή με ΗΕΔ 20V και εσωτερικής αντίστασης 2Ω, αντιστάτη αντίστασης 4Ω και σωληνοειδές που έχει μήκος 0,2 m και 1000 σπείρες. Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς είναι $4\pi \cdot 10^{-3}$ T.

Α. Να υπολογιστούν:

α. Η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει το κύκλωμα.

β. Η αντίσταση του σωληνοειδούς $R_\Sigma$.

γ. Η ισχύς που καταναλώνεται στον αντιστάτη R.

Β. Κόβουμε το σωληνοειδές στη μέση (500 σπείρες) και τοποθετούμε το ένα κομμάτι στην θέση του αρχικού. Να βρεθεί η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του σωληνοειδούς του νέου κυκλώματος. Δίνεται $\left(k_{\mu\alpha\gamma\nu} = 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}\right)$ (Εξετάσεις 1999)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

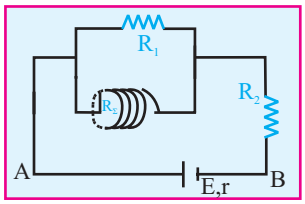
.....

.....

.....

.....

**2.** Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος. Ο αντιστάτης $R_1$ έχει αντίσταση 60Ω και το σωληνοειδές αντίσταση $R_\Sigma$ = 20Ω. Το σωληνοειδές έχει μήκος L = 1m και 1000 σπείρες. Το κύκλωμα περιλαμβάνει επίσης τον αντιστάτη $R_2$ με αντίσταση 10Ω και πηγή με ΗΕΔ Ε = 120V και εσωτερική αντίσταση r = 5Ω. Να υπολογίσετε:




α. Την ισοδύναμη αντίσταση του τμήματος ΑΒ του εξωτερικού κυκλώματος.

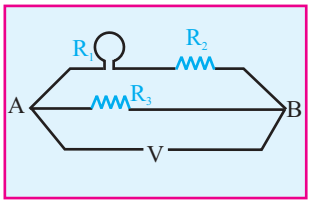
β. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει την πηγή.

γ. Την ισχύ που καταναλώνεται στον αντιστάτη $R_1$.

δ. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς.

Δίνεται: $\left(k_{\mu\alpha\gamma\nu} = 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}\right)$ (Εξετάσεις 2000)

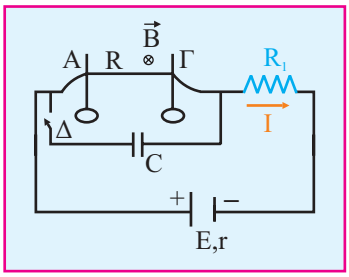
**3.** Στο επόμενο κύκλωμα ο κυκλικός αγωγός έχει ακτίνα r = 0,02 m και αντίσταση $R_1 = 5\Omega$, ενώ ο συνδεδεμένος σε σειρά αντιστάτης έχει αντίσταση $R_2 = 15\Omega$. Ο συνδεδεμένος παράλληλα αντιστάτης έχει αντίσταση $R_3 = 40\Omega$. Στα άκρα Α,Β εφαρμόζεται σταθερή τάση V. Το ρεύμα που διαρρέει τον κυκλικό αγωγό δημιουργεί στο κέντρο του μαγνητικό πεδίο έντασης $B = \pi \cdot 10^{-4}\,T$.




$k_{ηλ} = 9 \cdot 10^9\,Nm^2/C^2$, $k_{μαγν} = 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}$

α. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό.
β. Να υπολογίσετε την τάση V.
γ. Να υπολογίσετε την συνολική ισχύ που προσφέρεται στο κύκλωμα.
δ. Πόση πρέπει να γίνει η τιμή της αντίστασης $R_2$, ώστε η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο του κυκλικού αγωγού να γίνει ίση με το μισό της αρχικής τιμής; (Εξετάσεις 2001)

**4.** Ο ευθύγραμμος ομογενής αγωγός ΑΓ του σχήματος έχει μήκος L = 0,2 m, διατομή $S = 4 \cdot 10^{-7} m^2$, μάζα $m = 8\ 10^{-4} kg$, αντίσταση R = 0,05 Ω και είναι συνεχώς κάθετος σε δύο κατακόρυφους μονωτικούς στύλους, πάνω στους οποίους μπορεί να ολισθαίνει χωρίς τριβές. Ο αγωγός βρίσκεται μέσα σε πεδίο βαρύτητας και μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο, έντασης $\vec{B}$ κάθετο στο επίπεδο των δύο στύλων και με φορά όπως φαίνεται στο σχήμα.




Στον αγωγό συνδέεται σε σειρά ωμική αντίσταση $R_1 = 8,95\Omega$ και πηγή συνεχούς ρεύματος με ηλεκτρεγερτική δύναμη E = 10V και εσωτερική αντίσταση r = 1Ω. Στα άκρα του αγωγού ΑΓ συνδέεται παράλληλα προς τον αγωγό πυκνωτής χωρητικότητας $C = 10^{-7} F$ μέσω διακόπτη Δ. Στην αρχή ο διακόπτης Δ είναι ανοιχτός, ο πυκνωτής αφόρτιστος και ο αγωγός ισορροπεί. (Δίνεται $g = 10 m/s^2$).

α. Να υπολογιστεί η ειδική αντίσταση του υλικού του αγωγού.

β. Να υπολογιστεί η ένταση του ρεύματος I που διαρρέει το κύκλωμα.

γ. Να υπολογιστεί το μέτρο της έντασης B του μαγνητικού πεδίου.

δ. Σταθεροποιούμε τον αγωγό στην θέση ισορροπίας του και κλείνουμε τον διακόπτη Δ. Να υπολογιστεί η τελική τιμή ενέργειας του πυκνωτή.

(Εξετάσεις 2002)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

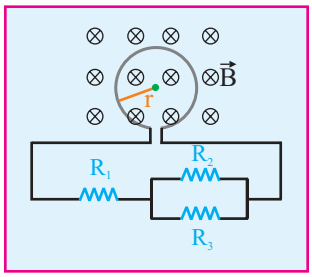
.....

.....

.....

.....

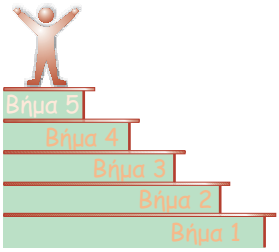
**5.** **Ο κυκλικός αγωγός του διπλανού σχήματος βρίσκεται με το επίπεδό του κάθετο στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου, που η έντασή του μεταβάλλεται με τον χρόνο σύμφωνα με την σχέση $B = \lambda \cdot t$. Αν δίνονται $r = 3cm$, $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 3\Omega$, $R_3 = 6\Omega$ και $\lambda = 10^3\pi/3$, να υπολογιστούν:**




**α. Το μέτρο της ΗΕΔ από επαγωγή στα άκρα του κυκλικού αγωγού**

**β. Η εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν τους αντιστάτες του κυκλώματος.**

**γ. Η ισχύς που καταναλώνεται στην αντίσταση $R_2$ και η θερμότητα που εκλύεται στην αντίσταση $R_3$ σε χρόνο $t = 1min$. ($\pi^2 \simeq 10$)**




# Ελέγχουμε τη γνώση μας

## 1ο Θέμα

**1.** Οι μαγνητικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου ευθύγραμμου ρευματοφόρου αγωγού απείρου μήκους είναι :

**α.** κύκλοι **β.** ευθείες **γ.** ελλείψεις **δ.** υπερβολές.

*(Μονάδες 5)*

**2.** Το Tesla είναι μονάδα μέτρησης της:

**α.** έντασης του ρεύματος **β.** ισχύος του ηλεκτρικού ρεύματος
**γ.** έντασης ηλεκτρικού πεδίου **δ.** έντασης μαγνητικού πεδίου.

*(Μονάδες 5)*

**3.** Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό ενος ρευματοφόρου σωληνοειδούς :

**α.** είναι κάθετη στον αξόνά του **β.** είναι μηδέν
**γ.** είναι παράλληλη στον άξονά του **δ.** σχηματίζει γωνία $45^o$ με τον άξονά του

*(Μονάδες 5)*

**4.** Η δύναμη Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό από ομογενές μαγνητικό πεδίο δεν εξαρτάται από:

**α.** το μήκος του αγωγού
**β.** το βάρος του αγωγού
**γ.** την ένταση του ομογενούς μαγνητικού πεδίου
**δ.** την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος

*(Μονάδες 5)*

**5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, με το γράμμα Σ, αν είναι σωστές ή με το γράμμα Λ, αν είναι λανθασμένες:

**α.** Όταν διαμαγνητικό υλικό τοποθετείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο,τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου ελαττώνεται.

**β.** Η ένταση του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο κυκλικού αγωγού είναι κάθετη στο επίπεδο του αγωγού.

**γ.** Η δύναμη Laplace που ασκείται σε ρευματοφόρο αγωγό από ομογενές μαγνητικό πεδίο δεν εξαρτάται από την γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών.

**δ.** Η μαγνητική διαπερατότητα μ παίρνει τιμές μεγαλύτερες από 1.
**ε.** Το μαγνητικό πεδίο στο εσωτερικό ενός σωληνοειδούς είναι πανομοιότυπο με το μαγνητικό πεδίο στο εξωτερικό του.

**α.** ☐ **β.** ☐ **γ.** ☐
**δ.** ☐ **ε.** ☐

*(Μονάδες 5)*

## 2ο Θέμα

**1.** Δίνεται κυκλικός αγωγός Κ, ακτίνας α, ο οποίος διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης. Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου του αγωγού Κ στο κέντρο του είναι Β. Ευθύγραμμος αγωγός Ε απείρου μήκους διαρρέεται από συνεχές ρεύμα ίδιας σταθερής έντασης. Η απόσταση από τον αγωγό Ε στην οποία το μέτρο της έντασης του δικού του μαγνητικού του πεδίου ισούται με Β είναι :

**α.** α/π **β.** 2α/π **γ.** α/2π

*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 6)*

**2.** Ευθύγραμμος αγωγός μήκους L είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης μέτρου Β. Ο αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης I. Σε ποιά από τις παρακάτω προτάσεις διπλασιάζεται η δύναμη που δέχεται ο αγωγός;

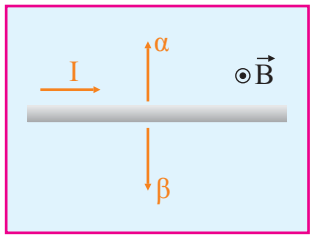
**α.** Όταν τετραπλασιάζουμε την ένταση του ρεύματος και συγχρόνως υποδιπλασιάζουμε την ένταση Β του πεδίου.
**β.** Όταν διπλασιάζουμε το μήκος L του αγωγού που βρίσκεται μέσα στο πεδίο και συγχρόνως υποτετραπλασιάζουμε την ένταση I τους ρεύματος.

*(Μονάδες 3)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

*(Μονάδες 5)*

**3.** Ο ευθύγραμμος αγωγός του σχήματος βρίσκεται σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης Β και διαρρέται από ρεύμα έντασης I, όπως στο σχήμα.
Η δύναμη Laplace που δέχεται έχει κατεύθυνση όπως το διάνυσμα:




**i.** α **ii.** β

*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

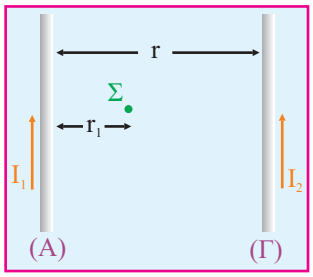
*(Μονάδες 7)*

## 3ο Θέμα

Οι παράλληλοι αγωγοί (Α) και (Γ) του σχήματος είναι απείρου μήκους και διαρρέονται από ομόρροπα ρεύματα με εντάσεις $I_1 = 10\,A$ και $I_2 = 30\,A$ αντίστοιχα. Οι αγωγοί απέχουν μεταξύ τους απόσταση $r = 8 \cdot 10^{-2}\,m$. Στο σημείο Σ που βρίσκεται στο επίπεδο των δύο αγωγών και απέχει από τον αγωγό (Α) απόσταση $r_1 = 2 \cdot 10^{-2}\,m$:

**α.** Να υπολογίσετε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργεί ο κάθε ένας αγωγός.

*(Μονάδες 9)*




**β.** Να υπολογίσετε το μέτρο της συνολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου που δημιουργούν και οι δύο αγωγοί.

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Αν αλλάξει η φορά του ρεύματος στον αγωγό (Γ) να υπολογίσετε πόσο είναι το μέτρο της συνολικής έντασης του μαγνητικού πεδίου.

Δίνεται $\left(K_\mu = 10^{-7}\,\dfrac{N}{A^2}\right)$

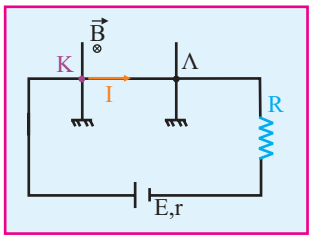
*(Μονάδες 9)*

## 4ο Θέμα

Ευθύγραμμος αγωγός ΚΛ μήκους L = 1m και μάζας m = 100g αμελητέας αντίστασης ισορροπεί σε οριζόντια θέση ανάμεσα σε δύο κατακόρυφους μονωμένους στήλους μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης B = 1T όπως στο σχήμα.Τα άκρα του αγωγού συνδέονται έτσι ώστε το Κ να είναι συνδεδεμένο με το θετικό πόλο πηγής ΗΕΔ E = 5V και r = 1Ω, το δε Λ με τον αρνητικό πόλο της πηγής μέσω αντίστασης R.

**α.** Να βρεθεί το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα.

*(Μονάδες 6)*




**β.** Να υπολογίσετε την αντίσταση R.

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Αντικαθιστούμε την αντίσταση R με άλλη αντίσταση $R_1 = 1\Omega$.

*(Μονάδες 6)*

**i.** Προς τα που θα κινηθεί ο αγωγός;

**ii.** Να βρεθεί η επιτάχυνση που θα αποκτήσει ο αγωγός.

*(Μονάδες 6)*

## 1ο Θέμα

**1.** Το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου σε απόσταση r από ευθύγραμμο αγωγό απείρου μήκους, που διαρρέται από ρεύμα έντασης I, είναι B. Σε απόσταση 2r από τον ίδιο αγωγό, το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου είναι:

**α.** B **β.** 2B **γ.** B/2 **δ.** B/4

*(Μονάδες 5)*

**2.** Αν διπλασιάζουμε τον αριθμό σπειρών ανά μονάδα μήκους ενός σωληνοειδούς, κρατώντας το μήκος του σταθερό, τότε το μέτρο της έντασης του μαγνητικού πεδίου στο εσωτερικό του σωληνοειδούς:

**α.** υποδιπλασιάζεται **β.** διπλασιάζεται
**γ.** παραμένει το ίδιο **δ.** τετραπλασιάζεται.

*(Μονάδες 5)*

**3.** Να αντιστοιχίσετε τα φυσικά μεγέθη της στήλης Α με τα σύμβολα και τις μονάδες τους στη στήλη Β:

| Στήλη Α | Στήλη Β |
|---|---|
| **1.** Μαγνητική ροή | **Α.** B (Tesla) |
| **2.** Ένταση Μαγνητικού πεδίου | **Β.** I (A) |
| **3.** Δύναμη Laplace | **Γ.** Q (C) |
| **4.** Ένταση Επαγωγικού Ρεύματος | **Δ.** Φ (Wb) |
| **5.** Επαγωγικό φορτίο | **Ε.** $F_L$ (N) |

**1.** ☐ **2.** ☐ **3.** ☐
**4.** ☐ **5.** ☐

**4.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν με το γράμμα Σ αν είναι σωστές ή με το Λ αν είναι λανθασμένες:

**α.** Η φορά των επαγωγικών ρευμάτων καθορίζεται από τον κανόνα του Lenz.
**β.** Ο κανόνας του Lenz είναι αποτέλεσμα της αρχής διατήρησης της ενέργειας.
**γ.** Το επαγωγικό φορτίο εξαρτάται από το χρόνο που διαρκεί η μεταβολή της μαγνητικής ροής σε ένα κύκλωμα.
**δ.** Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει ένα κύκλωμα όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από αυτό, είτε αυτό είναι ανοικτό ή είτε είναι κλειστό.

*(Μονάδες 5)*

**5.** Στο εσωτερικό σωληνοειδούς που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα, τοποθετήσουμε ένα πυρήνα σιδήρου, η ένταση του μαγνητικού πεδίου:
**α.** θα αυξηθεί
**β.** θα μειωθεί
**γ.** θα μείνει αμετάβλητη
**δ.** άλλοτε αυξάνεται ή άλλοτε μειώνεται, ανάλογα με την ταχύτητα εισαγωγής του πυρήνα στο εσωτερικό του σωληνοειδούς

*(Μονάδες 5)*

## 2ο Θέμα

**1.** Ένα συρμάτινο πλαίσιο τοποθετείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου. Το πλαίσιο στρέφεται, ώστε να γίνει παράλληλο με τις δυναμικές γραμμές.

Α. Η επαγωγική τάση που αναπτύσσεται στο πλαίσιο είναι μεγαλύτερη (κατ'απόλυτη τιμή), όταν η περιστροφή γίνεται:
**α.** αργά **β.** γρήγορα

*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

*(Μονάδες 2)*

Β. Το επαγωγικό φορτίο που αναπτύσσεται στο πλαίσιο είναι μεγαλύτερο, όταν η περιστροφή γίνεται:
**α.** αργά **β.** γρήγορα

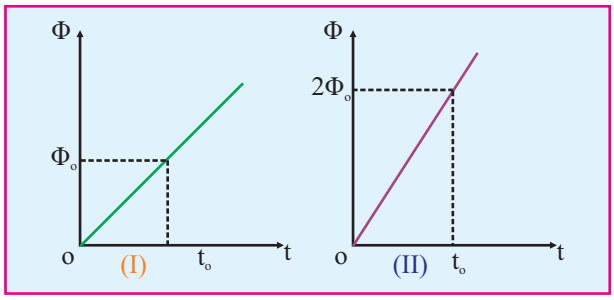
*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

*(Μονάδες 2)*

**2.** Σε διαφορετικά πειράματα χρησιμοποιείται το ίδιο αγώγιμο πλαίσιο και η μαγνητική ροή Φ που διέρχεται από το πλαίσιο σε συνάρτηση με το χρόνο t, παριστάνεται αντίστοιχα με τα παρακάτω διαγράμματα:
Σε ποιά περίπτωση η ένταση του επαγωγικού ρεύματος που διαρρέει το πλαίσιο έχει μεγαλύτερη τιμή;
**α.** στο διάγραμμα Ι **β.** στο διάγραμμα ΙΙ

*(Μονάδες 2)*




Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

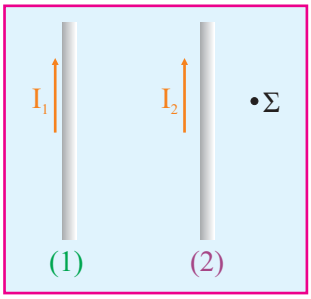
*(Μονάδες 6)*

**3.** Οι παράλληλοι αγωγοί (1) και (2) και το σημείο Σ βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο. Όταν διαρρέεται από ρεύμα $I_1$ μόνο ο αγωγός (1), το μαγνητικό πεδίο στο Σ έχει ένταση μέτρου Β. Αν διαβιβάσουμε ρεύμα και στον αγωγό (2), ομόρροπο του ρεύματος του αγωγού (1), το μαγνητικό πεδίο στο σημείο Σ:

**α.** θα αυξηθεί; **β.** θα μειωθεί;

**γ.** θα παραμείνει αμετάβλητο;

*(Μονάδες 2)*

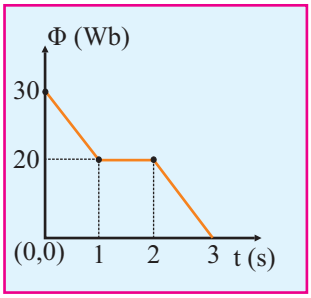



Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 7)*

## 3ο Θέμα

**1.** Μέσα από μεταλλικό δαχτυλίδι αντίστασης R = 2Ω η μαγνητική ροή μεταβάλλεται με τον χρόνο, όπως φαίνεται στο διάγραμμα.




**α.** Να γίνει γραφική παράσταση της ΗΕΔ από επαγωγή που αναπτύσσεται στο δαχτυλίδι σε συνάρτηση με τον χρόνο.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Να γίνει γραφική παράσταση της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το δαχτυλίδι σε συνάρτηση με τον χρόνο.

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Πόσο φορτίο περνάει από μία διατομή του αγωγού στο χρονικό διάστημα από t =2s έως t = 3s;

*(Μονάδες 11)*

## 4ο Θέμα

**1.** Σωληνοειδές με N = 1000 σπείρες, έχει μήκος $\ell$ = 100 cm, η αντίσταση κάθε σπείρας είναι $R_1 = 0,002\,\Omega$ και το εμβαδόν κάθε σπείρας είναι $S = 2 \cdot 10^{-2}\,m^2$. Τα άκρα του σωληνοειδούς τροφοδοτούνται από ηλεκτρική πηγή, αμελητέας εσωτερικής αντίστασης, της οποίας την τάση μπορούμε να μεταβάλλουμε.

**Α.** Όταν το σωληνοειδές τροφοδοτείται από τάση $V_1 = 20\,Volt$, να υπολογίσετε:

**α.** την ένταση του ρεύματος που το διαρρέει.

*(Μονάδες 6)*

**β.** τη μαγνητική ροή μέσα από κάθε σπείρα του.

*(Μονάδες 6)*

**Β.** Τοποθετούμε στο εσωτερικό του σωληνοειδούς κλειστό τετράγωνο πλαίσιο μιας σπείρας, πλευράς α = 10 cm και αντίστασης $R_2 = 0,04\,\Omega$. Το επίπεδο του πλαισίου είναι κάθετο προς τον άξονα του σωληνοειδούς. $\left(K_\mu = 10^{-7}\,\frac{N}{A^2}\right)\pi^2 \simeq 10$,

**α.** Αν σε χρόνο $\Delta t = 0,1\,sec$ διπλασιάσουμε την τάση στα άκρα του σωληνοειδούς, πόση επαγωγική τάση θα εμφανιστεί στο πλαίσιο;

*(Μονάδες 4)*

**β.** Να υπολογίσετε το επαγωγικό ρεύμα που θα διαρρέει το πλαίσιο.

*(Μονάδες 4)*

**γ.** Πόση είναι η θερμική ισχύς στο κύκλωμα;

*(Μονάδες 5)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

# Κεφάλαιο 4ο

## Ταλαντώσεις

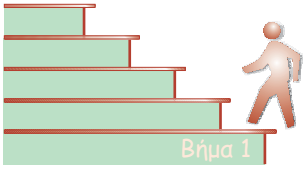
**Ο μαθητής που έχει μελετήσει το 4ο κεφάλαιο, πρέπει να είναι σε θέση:**

- ✓ Να ορίζει την Ταλάντωση, τη Γραμμική Ταλάντωση και τη Γραμμική Αρμονική Ταλάντωση (Γ.Α.Τ.)
- ✓ Να αποδεικνύει την απαραίτητη προϋπόθεση για να εκτελεί ένα σώμα Γ.Α.Τ.
- ✓ Να γνωρίζει τον τύπο της περιόδου μιας Γ.Α.Τ. που εκτελεί ένα σώμα.
- ✓ Να γνωρίζει τις εξισώσεις κίνησης $y = f(t)$, $υ = f(t)$, $α = f(t)$ στη Γ.Α.Τ. και να σχεδιάζει τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις.
- ✓ Να αποδεικνύει τη σχέση της δυναμικής ενέργειας σε μια Γ.Α.Τ.
- ✓ Να εφαρμόζει την αρχή διατήρησης της ενέργειας σε μια Γ.Α.Τ.
- ✓ Να αποδεικνύει ότι ένα σύστημα ελατηρίου - σώματος εκτελεί Γ.Α.Τ. και να υπολογίζει την περίοδό του.
- ✓ Να αποδεικνύει ότι ένα απλό εκκρεμές εκτελεί Γ.Α.Τ. και να υπολογίζει τη περίοδό του.

## Τυπολόγιο 4ου Κεφαλαίου

### Γραμμική Αρμονική Ταλάντωση

| | |
|---|---|
| Απομάκρυνση | $y = y_0 \cdot \eta\mu\omega t$ |
| Ταχύτητα | $\upsilon = \upsilon_0 \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t$ , $(\upsilon_0 = \omega \cdot y_0)$ |
| Επιτάχυνση | $\alpha = -\alpha_0 \cdot \eta\mu\omega t$ , $(\alpha_0 = \omega^2 \cdot y_0)$ |
| Δύναμη | $\Sigma F = F_{ολ} = -D \cdot y$ , $(D = m \cdot \omega^2)$ |
| Περίοδος | $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ |
| Δυναμική ενέργεια | $U_T = \frac{1}{2} \cdot D \cdot y^2$ , $U_T = E_T \cdot \eta\mu^2\omega t$ |
| Κινητική ενέργεια | $K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \upsilon^2$ , $K = E_T \cdot \sigma\upsilon\nu^2\omega t$ |
| Ολική ενέργεια | $E_T = K + U_T = \frac{1}{2} D \cdot y_0^2 = \frac{1}{2} m \cdot \upsilon_0^2$ |
| Περίοδος απλού εκκρεμούς | $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ |




# Μαθαίνουμε τις αποδείξεις

**Απόδειξη 1: Να αποδείξετε τη σχέση μεταξύ επιτάχυνσης και απομάκρυνσης στη Γ.Α.Τ.**

Η επιτάχυνση που έχει ο ταλαντωτής κάθε στιγμή δίνεται από τη σχέση:

$$\alpha = -\alpha_0 \cdot \eta\mu\omega t = -\omega^2 \cdot y_0 \cdot \eta\mu\omega t = -\omega^2 \cdot y$$

όπου: $\alpha_0 = \omega^2 \cdot y_0$ το μέτρο της μέγιστης επιτάχυνσης (πλάτος επιτάχυνσης)

και $y = y_0 \cdot \eta\mu\omega t$ η απομάκρυνση του από τη θέση ισορροπίας.

**Απόδειξη 2: Να αποδείξετε την ικανή και αναγκαία συνθήκη για να κάνει ένα σώμα Γ.Α.Τ.**

$$F_{ολ} = m \cdot \alpha = -m \cdot (\alpha_0 \cdot \eta\mu\omega t) = -m \cdot \omega^2 \cdot y_0 \cdot \eta\mu\omega t = -m \cdot \omega^2 \cdot y = -D \cdot y$$

όπου: $D = m \cdot \omega^2$ η σταθερά ταλάντωσης.

**Απόδειξη 3: Να αποδείξετε τη σχέση της περιόδου για ένα σώμα που κάνει Γ.Α.Τ.**

$$D = m \cdot \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{D}{m} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{D}{m}} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{D}{m}} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$$

**Απόδειξη 4: Να αποδείξετε τη σχέση της δυναμικής ενέργειας στη Γ.Α.Τ.**

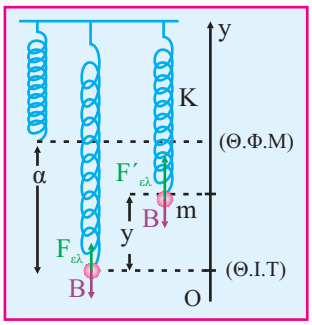
$$K + U_T = E_T \Rightarrow U_T = E_T - K = \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 - \frac{1}{2}m \cdot \upsilon^2 = \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 - \frac{1}{2}m \cdot \upsilon_0^2 \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t =$$

$$= \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 - \frac{1}{2}m \cdot \omega^2 \cdot y_0^2 \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t = \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 \cdot (1 - \sigma\upsilon\nu^2\omega t) = \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 \cdot \eta\mu\omega t = \frac{1}{2}D \cdot y^2$$

**Απόδειξη 5: Να αποδείξετε ότι το σύστημα ιδανικό ελατήριο - σώμα εκτελεί Γ.Α.Τ. και να υπολογίσετε την περίοδό του.**

Έστω ότι έχουμε ένα ελατήριο σταθεράς K, του οποίου ο άξονας είναι κατακόρυφος και το πάνω άκρο του είναι δεμένο σε ακλόνητο σημείο. Δένουμε στο κάτω άκρο

του, σώμα μάζας m, οπότε το ελατήριο επιμηκύνεται κατά α όπως φαίνεται στο σχήμα και ισορροπεί στη θέση ισορροπίας (Θ.Ι.Τ.). Μετακινώντας το σώμα από τη θέση ισορροπίας κατά y και αφήνοντάς το ελεύθερο, αυτό θα εκτελέσει γραμμική αρμονική ταλάντωση.




Στη θέση ισορροπίας:

$$F_{ολ} = 0 \Rightarrow F_{ελ} - B = 0 \Rightarrow F_{ελ} = B \Rightarrow K \cdot \alpha = m \cdot g$$

Απομακρύνουμε το σώμα από τη θέση ισορροπίας:

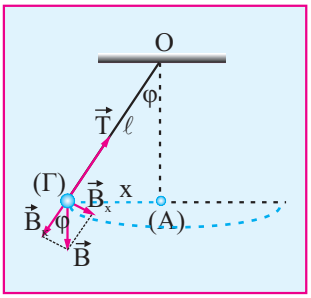
$$F_{ολ} = F_{ελ} - B = K \cdot (\alpha - y) - m \cdot g = K \cdot \alpha - K \cdot y - m \cdot g = -K \cdot y$$

$$D = K \text{, τότε, } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$

**Απόδειξη 6: Να αποδείξετε ότι το απλό εκκρεμές εκτελεί Γ.Α.Τ. και να υπολογίσετε την περιόδό του. Αν $\varphi < 3^o$**

Όπως φαίνεται στο σώμα ασκούνται δυο δυνάμεις, το βάρος και η τάση του νήματος.

Επειδή η γωνία φ είναι πολύ μικρή, το τόξο και η χορδή συμπίπτουν. Η συνισταμένη δύναμη στην διεύθυνση της ταλάντωσης είναι:




$$F_{ολ} = -B_x = -B \cdot ημφ = -m \cdot g \cdot ημφ = -m \cdot g \frac{x}{\ell} \Rightarrow$$

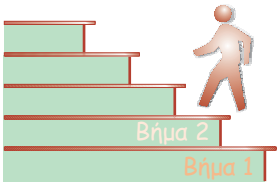
$$F_{ολ} = -\left(\frac{m \cdot g}{\ell}\right)x \text{, όπου } D = \frac{m \cdot g}{\ell} \text{, άρα } F_{ολ} = -D \cdot x$$

Η περίοδος είναι: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{\frac{mg}{\ell}}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$. Στο τρίγωνο ΟΑΓ ισχύει $ημφ = \frac{x}{\ell}$

**Απόδειξη 7: Να αποδείξετε τη σχέση μεταξύ ταχύτατας και μετατόπισης στη Γ.Α.Τ.**

$$K + U_T = E_T \Rightarrow \frac{1}{2}m \cdot \upsilon^2 + \frac{1}{2}D \cdot y^2 = \frac{1}{2}D \cdot y_0^2 \Rightarrow m \cdot \upsilon^2 + m \cdot \omega^2 \cdot y^2 = m \cdot \omega^2 \cdot y_0^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \upsilon^2 = \omega^2 \cdot y_0^2 - \omega^2 \cdot y^2 \Rightarrow \upsilon^2 = \omega^2 \cdot (y_0^2 - y^2) \Rightarrow \upsilon = \pm\omega\sqrt{y_0^2 - y^2}$$




# Επαναλαμβάνουμε τις ασκήσεις "κλειδιά"

## Α. Από το σχολικό βιβλίο

- **Λυμένα παραδείγματα:** 1σελ. 213, 2 , 3 σελ. 217, 4 σελ. 220
- **Ερωτήσεις:** σελ. 225 (1 - 7), σελ. 226 (10 - 13), σελ. 227 (14 - 18), σελ. 228 (19 - 22), σελ. 229 (24, 28, 29)
- **Προβλήματα:** σελ. 230 (5 - 8, 11 - 14), σελ. 231 (15 - 18)

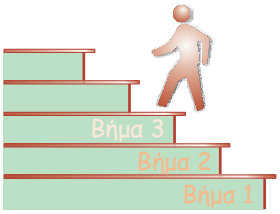
## Β. Από τα Βιλιομαθήματα

**Βιβλιομάθημα 6: Ταλαντώσεις**

- π.χ. 4.2,4.3,4.4, 4.5, Ξεχωριστό θέμα
- Ερωτήσεις: σελ. 171 - 176 (1 - 20)
- Προτεινόμενες: 4.1,4.4, 4.7, 4.11

## Γ. Φυσική Β΄ Λυκείου γενικής παιδείας εκδόσεις “ΟΡΟΣΗΜΟ”

- Λυμένα παραδείγματα: 2, 3, 5, 7, 8
- Ερωτήσεις: 14.7, 14.9, 14.13, 14.14, 14.16, 14.17, 14.27, 14.33, 14.34
- Ασήσεις για λύση: 1437, 14.38, 14.39, 14.41, 14.43, 14.44




# Λύνουμε περισσότερες ασκήσεις

**1.** **Η απομάκρυνση σώματος m = 0,5kg που κάνει γραμμική αρμονική ταλάντωση δίνεται από τον τύπο: x = 0,1·ημ4πt (S.I.). Να βρείτε:**

**α. Την περίοδο και τη συχνότητα ταλάντωσης**

**β. Το πλάτος της ταχύτητας και το πλάτος της επιτάχυνσης**

**γ. Τη σταθερά επαναφοράς**

**δ. Την εξίσωση της στιγμιαίας ταχύτητας**

**ε. Την απομάκρυνση του σώματος την χρονική στιγμή** $t = \frac{T}{8}$ $(\pi^2 \simeq 10)$

**στ. Την ολική ενέργεια ταλάντωσης.**

**Λύση:**

**α.** $\omega = 4\pi \frac{rad}{s}$ άρα $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4\pi} = \frac{1}{2}s \Rightarrow f = \frac{1}{T} = 2Hz$

**β.** Είναι: $x_0 = 0,1m$, $\upsilon_0 = \omega \cdot x_0 = 4\pi \cdot 0,1\frac{m}{s} = 0,4\pi\frac{m}{s}$

$$\alpha_0 = \omega^2 \cdot x_0 = 16\pi^2 \cdot 0,1\frac{m}{s^2} = 16\frac{m}{s^2}$$

**γ.** $D = m \cdot \omega^2 \Rightarrow D = 0,5 \cdot 16\pi^2 = 8\pi^2\frac{N}{m} = 80\frac{N}{m}$

**δ.** $\upsilon = \upsilon_0 \cdot \sigma\upsilon\nu\omega t = 0,4\pi \cdot \sigma\upsilon\nu 4\pi t$ (S.I.)

**ε.** $x = 0,1\eta\mu 4\pi t = 0,1\eta\mu\frac{4\pi}{16} = 0,1\eta\mu\frac{\pi}{4} = 0,1\frac{\sqrt{2}}{2}m$ (S.I.) $\qquad t = \frac{T}{8} = \frac{1}{16}s$

**στ.** $E_T = \frac{1}{2}D \cdot x_0^2 = \frac{1}{2}80 \cdot 0,01J = 0,4J$

**2.** **Σώμα με μάζα m = 2,5kg κάνει γραμμική αρμονική ταλάντωση. Όταν η απομάκρυνση του σώματος είναι x = 0,2m, η δύναμη επαναφοράς που ασκείται στο σώμα είναι F = 8N και η ταχύτητα του σώματος είναι** $\upsilon = 2\frac{m}{s}$.

**Να βρείτε:**

**α. Τη σταθερά επαναφοράς**

**β. Την κυκλική συχνότητα και την περίοδο ταλάντωσης**

**γ. Την ολική ενέργεια του σώματος**

**Λύση:**

**α.** $F = D \cdot x \Rightarrow D = \frac{F}{x} = \frac{8N}{0,2m} = 40\frac{N}{m}$

**β.** $D = m \cdot \omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{D}{m} \Rightarrow \omega = 4\,rad/s$ $\qquad T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4}s = \frac{\pi}{2}s$

**γ.** $E_T = K + U_T = \frac{1}{2}m \cdot \upsilon^2 + \frac{1}{2}D \cdot x^2 \Rightarrow$

$$E_T = \left(\frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 2^2 + \frac{1}{2} \cdot 40 \cdot 4 \cdot 10^{-2}\right)J \Rightarrow E_T = (5 + 0,8)J = 5,8J$$

**3. Εκκρεμές εκτελεί N = 20 αιωρήσεις σε t = 10s.**

**Α. Να βρεθεί η περίοδος και η συχνότητά του.**

**Β. Αν μειώσουμε το μήκος του κατά 75% να βρεθεί πόσες αιωρήσεις θα εκτελεί στον ίδιο χρόνο.**

**Γ. Αν το αρχικό εκκρεμές το μεταφέρουμε σε σημείο, όπου $g' = \frac{g}{16}$ πόσες αιωρήσεις θα εκτελεί στον ίδιο χρόνο.**

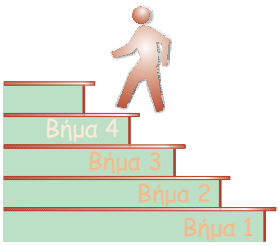
**Λύση:**

**Α.** $T = \frac{t}{N} = \frac{10}{20} = 0,5s$ $\qquad f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5s} = 2Hz$

**Β.** $\ell' = \ell - 0,75\ell = 0,25\ell = \frac{\ell}{4}$, $\qquad T' = 2\pi\sqrt{\frac{\frac{\ell}{4}}{g}} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}}{2} = \frac{T}{2} = \frac{0,5}{2}s = 0,25s$

$$T' = \frac{t}{N'} \Rightarrow N' = \frac{t}{T'} = \frac{10s}{0,25s} = 40 \text{ αιωρήσεις}$$

**Γ.** $T'' = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{\frac{g}{16}}} = 4 \cdot 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 4T = 2s$, $\qquad T'' = \frac{t}{N''} \Rightarrow N'' = \frac{t}{T''} = \frac{10s}{2s} = 5$ αιωρήσεις




## Λύνουμε μόνοι μας

**1.** **Ένα σώμα μάζας m = 1kg αρχίζει να ταλαντώνεται αφού του προσφερθεί από το περιβάλλον ενέργεια E = 50J. Η μέγιστη τιμή του μέτρου της συνισταμένης δύναμης που ενεργεί στο σώμα κατά την κίνησή του είναι $F_{max}$ = 200N.**

**α. Να βρείτε την εξίσωση της απομάκρυνσης του σώματος, αν είναι της μορφής $x = x_0 \cdot ημωt$.**

**β. Να παραστήσετε γραφικά την αλγεβρική τιμή της συνισταμένης δύναμης στο σώμα σε συνάρτηση με την απομάκρυνση.**

**2.** Σώμα κάνει γραμμική αρμονική ταλάντωση με m = 0,1Kg και πλάτος 0,2m. Αν η συχνότητα της ταλάντωσης είναι f = 2Hz, να βρείτε:

α. Την εξίσωση της απομάκρυνσης σε συνάρτηση με τον χρόνο, αν είναι της μορφής $x = x_0 ημωt$.

β. Την σταθερά επαναφοράς

γ. Την ολική ενέργεια ταλάντωσης.

δ. Την απομάκρυνση του σώματος την χρονική στιγμή $t = \frac{T}{12}$ $(\pi^2 \simeq 10)$

**3.** Απλό εκκρεμές έχει μήκος $\ell = 1,6m$ και βρίσκεται σε τόπο που η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g = 10m/s^2$.

α. Να βρείτε την περίοδο και τη συχνότητά του.

β. Κόβουμε το νήμα σε δύο μέρη με λόγο $\frac{L_1}{L_2} = \frac{1}{4}$. Να βρεθεί ο λόγος των περιόδων $T_1/T_2$ των εκκρεμών που θα προκύψουν με μήκη τα $L_1$ και $L_2$.

γ. Να βρεθεί η επιτάχυνση της βαρύτητας g του σημείου που πρέπει να μεταφέρουμε το εκκρεμές με μήκος $L_1$ ώστε να έχει την ίδια περίοδο με το εκκρεμές μήκους $L_2$.

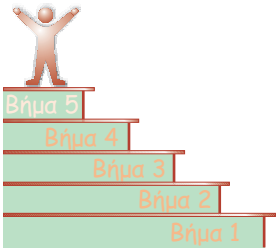
**4.** **Η εξίσωση της απομάκρυνσης ενός σώματος μάζας m = 0,2Kg, το οποίο εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση είναι x = 0,5ημ2πt. Να βρεθούν:**

**α. Η περίοδος της ταλάντωσης**

**β. Το πλάτος της ταχύτητας και το πλάτος της επιτάχυνσης του**

**γ. Η σταθερά επαναφοράς**

**δ. Η ταχύτητα του σώματος, όταν η δυναμική του ενέργεια είναι τριπλάσια της κινητικής** $(\pi^2 \simeq 10)$.




# Ελέγχουμε τη γνώση μας

## 1ο Θέμα

**1.** Σώμα εκτελεί Γ.Α.Τ. Όταν το σώμα διέρχεται από τη θέση ισορροπίας, τότε το μέτρο της:

**α.** επιτάχυνσής του είναι μέγιστο
**β.** ταχύτητάς του είναι μέγιστο
**γ.** δύναμης που δέχεται είναι μέγιστο
**δ.** απομάκρυνσής του είναι μέγιστο.

*(Μονάδες 5)*

**2.** Στο άκρο ενός ελατηρίου είναι προσδεμένο ένα σώμα που εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. Αν το ελατήριο αντικατασταθεί με άλλο τετραπλάσιας σταθεράς, η περίοδος ταλάντωσης του σώματος:

**α.** διπλασιάζεται
**β.** υποδιπλασιάζεται
**γ.** τετραπλασιάζεται
**δ.** παραμένει η ίδια.

*(Μονάδες 5)*

**3.** Ένα απλό εκκρεμές ταλαντώνεται με περίοδο T = 2s. Αν υποτετραπλασιάσουμε το μήκος του εκκρεμούς τότε η περίοδός του θα γίνει:

**α.** T = 8s
**β.** T = 4s
**γ.** T = 0,5s
**δ.** T = 1s

*(Μονάδες 5)*

**4.** Σώμα εκτελεί Γ.Α.Τ. Η περίοδος ταλάντωση του σώματος:

**α.** αυξάνεται όταν αυξάνεται το πλάτος ταλάντωσης
**β.** αυξάνεται όταν αυξάνεται η μάζα του σώματος
**γ.** μειώνεται όταν μειώνεται η ενέργεια της ταλάντωσης
**δ.** δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος

*(Μονάδες 5)*

**5.** Να κάνετε τις αντιστοιχίσεις για ένα σώμα που κάνει Γ.Α.Τ.

| Μέγεθος | Τύπος |
|---|---|
| **α.** πλάτος ταχύτητας | **1.** $\frac{1}{2}Dx_0^2$ |
| **β.** πλάτος επιτάχυνσης | **2.** $2\pi\sqrt{\frac{m}{D}}$ |
| **γ.** ενέργεια ταλάντωσης | **3.** $\omega \cdot x_0$ |
| **δ.** περίοδος | **4.** $\omega^2 \cdot x_0$ |
| **ε.** σταθερά ταλάντωσης | **5.** $m \cdot \omega^2$ |

**α.** ☐ **β.** ☐ **γ.** ☐
**δ.** ☐ **ε.** ☐

*(Μονάδες 5)*

## 2ο Θέμα

**1.** Διαθέτουμε δύο απλά εκκρεμή Α και Β στον ίδιο τόπο. Στο εκκρεμές Α η μάζα του σφαιριδίου είναι μεγαλύτερη από τη μάζα του σφαιριδίου του εκκρεμούς Β, ενώ το μήκος του Α είναι μικρότερο από το μήκος του Β. Ποιό από τα δύο εκκρεμή θα εκτελέσει γρηγορότερα μια πλήρη ταλάντωση;

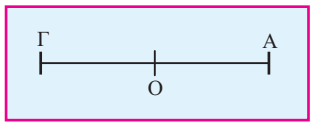
**α.** Το εκκρεμές Α **β.** Το εκκρεμές Β

*(Μονάδες 3)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 5)*

**2.** Σωματίδιο εκτελεί Γ.Α.Τ. με θέση ισορροπίας το Ο και ακραίες θέσεις τις Α και Γ όπως στο σχήμα. Ο χρόνος που απαιτείται για την μετάβασή του από το Ο στο Α είναι 0,5s. Η συχνότητα της ταλάντωσης είναι:




**α.** 2Hz **β.** 0,5Hz

*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

*(Μονάδες 5)*

**3.** Σωματίδιο μάζας m = 10g εκτελεί Γ.Α.Τ. στην οποία η απομάκρυνση μεταβάλλεται με τον χρόνο όπως φαίνεται στο διπλανό διάγραμμα:

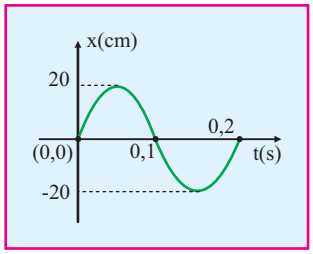
**α.** Πόσο είναι το πλάτος ταλάντωσης και πόση είναι συχνότητά της;

*(Μονάδες 4)*

**β.** Πόση είναι η μέγιστη κατά μέτρο δύναμη που δέχεται το σωματίδιο κατά την ταλάντωση $(\pi^2 \simeq 10)$

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

*(Μονάδες 7)*




## 3ο Θέμα

Απλό εκκρεμές εκτελεί N = 15 πλήρεις αιωρήσεις σε χρονική διάρκεια Δt = 30s. Το μήκος του νήματος του εκκρεμούς είναι $\ell_1 = 1\text{m}$

**α.** Να υπολογίσετε την συχνότητα και την περίοδο ταλάντωσης του εκκρεμούς.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Ποιά η επιτάχυνση της βαρύτητας ($g_1$) στον τόπο, όπου ταλαντώνεται το εκκρεμές;

*(Μονάδες 8)*

**γ.** Μεταφέρουμε το εκκρεμές στην επιφάνεια ενός πλανήτη, όπου η επιτάχυνση της βαρύτητας είναι $g_2 = g_1 / 4$. Κατά πόσο πρέπει να μεταβάλλουμε εκεί το μήκος του νήματος του εκκρεμούς, για να μην αλλάξει η συχνότητα ταλάντωσής του; ($\pi^2 \simeq 10$)

*(Μονάδες 10)*

## 4ο Θέμα

Σώμα μάζας m = 2kg κάνει γραμμική αρμονική ταλάντωση με πλάτος $x_0 = 2\text{m}$. Όταν το σώμα βρίσκεται στη θέση με απομάκρυνση από τη θέση ισορροπίας x = 1m, η ταχύτητά του είναι $\upsilon = \sqrt{12}\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Να βρεθούν:

**α.** Η σταθερά επαναφοράς D.

*(Μονάδες 7)*

**β.** Η κυκλική συχνότητα ω.

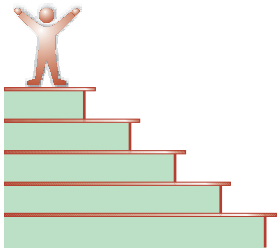
*(Μονάδες 6)*

**γ.** Η δύναμη F που ενεργεί στο σώμα, όταν αυτό βρίσκεται στις θέσεις με απομάκρυνση 1m και 2m, αντίστοιχα.

*(Μονάδες 7)*

**δ.** Η περίοδος της ταλάντωσης.

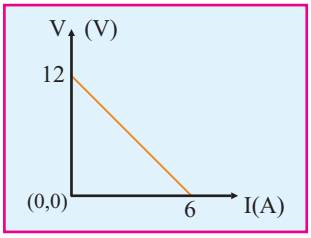
*(Μονάδες 5)*



# Γενικά επαναληπτικά

## 1ο Θέμα

Στις παρακάτω ερωτήσεις 1 έως 5 να επιλέξετε τη μοναδική κάθε φορά σωστή απάντηση.




**1.** Η χαρακτηριστική καμπύλη μιας πηγής φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα:
Η ΗΕΔ και η εσωτερική αντίσταση r της πηγής είναι αντίστοιχα:
**α.** 12V, 6Ω **β.** 24V, 2Ω
**γ.** 12V, 2Ω **δ.** 24V, 6Ω

*(Μονάδες 4)*

**2.** Στο εσωτερικό ενός πυκνωτή με τάση $V = 5 \cdot 10^3$V μεταξύ των οπλισμών του που απέχουν L = 2cm μεταξύ τους, ισορροπεί φορτισμένο σωματίδιο βάρους $B = 2\ 10^{-3}$N. Το φορτίο του σωματιδίου είναι:
**α.** 8nC **β.** $4\ 10^{-6}$C
**γ.** 8μC **δ.** $8\ 10^{-7}$C

*(Μονάδες 4)*

**3.** Ένα σώμα μάζας m = 50g εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση με εξίσωση y = 0,1ημ2t. Η ολική ενέργεια της ταλάντωσης είναι:
**α.** 0,5J **β.** 50J **γ.** 1J **δ.** 0,001J

*(Μονάδες 4)*

**4.** Ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός βρίσκεται μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. Η δύναμη Laplace που αναπτύσσεται πάνω στον αγωγό:
**α.** έχει τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών.
β. είναι μηδέν αν ο αγωγός είναι παράλληλος στις δυναμικές γραμμές.
**γ.** έχει τη διεύθυνση του αγωγού.
**δ.** είναι μηδέν αν ο αγωγός είναι κάθετος στις δυναμικές γραμμές.

*(Μονάδες 4)*

**5.** Το πείραμα του Oersted απέδειξε ότι:
**α.** γύρω από ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται μαγνητικό πεδίο.
**β.** γύρω από ρευματοφόρο αγωγό δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο.
**γ.** Η ΗΕΔ από επαγωγή εξαρτάται από τη μεταβολή της μαγνητικής ροής.

**δ.** Η ΗΕΔ από επαγωγή εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου.

*(Μονάδες 4)*

**6.** Χαρακτηρίστε με Σ τις σωστές και Λ τις λανθασμένες από τις παρακάτω προτάσεις:

**α.** Η περίοδος στην γραμμική αρμονική ταλάντωση είναι ανεξάρτητη του πλάτους

**β.** Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου εκφράζει την ενέργεια ανά μονάδα φορτίου στο ηλεκτρικό πεδίο

**γ.** ΗΕΔ από επαγωγή εμφανίζεται όταν μέσα από ένα πλαίσιο διέρχεται σταθερή μαγνητική ροή

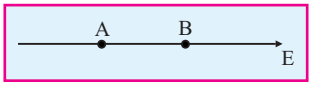
**δ.** Ο νόμος του Ohm ισχύει μόνο για αγωγούς με σταθερή αντίσταση

**ε.** Ο κανόνας του Lenz είναι συνέπεια της αρχής διατήρησης του φορτίου.

*(Μονάδες 5)*

## 2ο Θέμα

**1.** Πάνω σε μια δυναμική γραμμή ενός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου βρίσκονται τα σημεία Α και Β όπως φαίνεται στο σχήμα.




**α.** Ποιο σημείο έχει το μεγαλύτερο δυναμικό;

*(Μονάδες 2)*

.....

.....

.....

**β.** Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας

*(Μονάδες 6)*

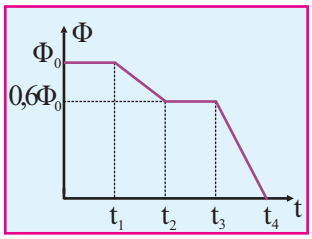
.....

.....

.....

**2.** Μέσα από ένα κλειστό μεταλλικό πλαίσιο η μαγνητική ροή μεταβάλλεται όπως δείχνει το διπλανό διάγραμμα. Σε ποιά χρονικά διαστήματα, το πλαίσιο διαρρέεται από ρεύμα;
Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 8)*

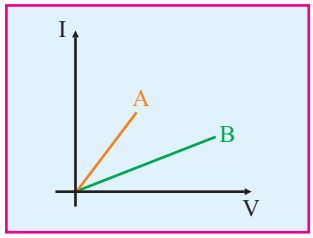



.....

.....

.....

**3.** Οι χαρακτηριστικές καμπύλες δύο αντιστατών Α και Β φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα. Οι δύο αντιστάτες είναι φτιαγμένοι από το ίδιο υλικό και έχουν το ίδιο εμβαδόν διατομής.




**Α.** Ποιος από τους δύο αντιστάτες έχει μεγαλύτερο μήκος;

*(Μονάδες 2)*

.....

.....

**Β.** Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας.

*(Μονάδες 7)*

.....

.....

.....

.....

## 3ο Θέμα

Ένας επίπεδος πυκνωτής έχει επιφάνεια κάθε οπλισμού $S = 5 \cdot 10^{-3} m^2$ και η απόσταση μεταξύ των οπλισμών του είναι $L = 8,85 \cdot 10^{-6} m$. Δίνεται η διηλεκτρική σταθερά του κενού, $\varepsilon_0 = 8,85\ 10^{-12} C/Nm$

**α.** Ποια είναι η χωρητικότητα του πυκνωτή;

*(Μονάδες 4)*

**β.** Ασκώντας σταθερή F αυξάνουμε την απόσταση μεταξύ των οπλισμών του πυκνωτή έτσι ώστε η χωρητικότητα να μεταβληθεί κατά $10^{-9}F$. Πόσο μετακινήθηκαν οι οπλισμοί;

*(Μονάδες 7)*

**γ.** Αν ο πυκνωτής αρχικά είχε φορτιστεί με φορτίο $Q = 88,5\mu C$, να βρείτε τη μεταβολή στην αποθηκευμένη ενέργεια του πυκνωτή.

*(Μονάδες 5)*

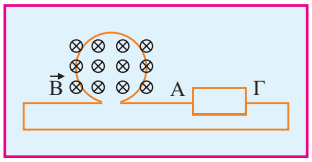
**δ.** Να υπολογίσετε το μέτρο της σταθερής δύναμης F η οποία μετακίνησε τους οπλισμούς του πυκνωτή.

*(Μονάδες 9)*

## 4ο Θέμα

Ηλεκτρική συσκευή με χαρακτηριστικά κανονικής λειτουργίας 40V/80W, συνδέεται σε σειρά με κυκλικό αγωγό ακτίνας r = 0,5m και αντίστασης R = 20Ω.

Μέσα από τον αγωγό διέρχεται μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο με φορά προς το εσωτερικό της σελίδας όπως φαίνεται στο σχήμα. Να υπολογίσετε:




**α.** Το ρυθμό με τον οποίο πρέπει να αυξάνεται το μαγνητικό πεδίο έτσι ώστε η συσκευή να λειτουργεί κανονικά.

*(Μονάδες 8)*

**β.** Τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος

*(Μονάδες 5)*

**γ.** Την ισχύ που καταναλώνεται στον κυκλικό αγωγό

*(Μονάδες 5)*

**δ.** Αν η ισχύς που καταναλώνεται στον αγωγό εννεαπλασιαστεί, να βρείτε πόσες ακόμη όμοιες συσκευές μπορούν να λειτουργήσουν κανονικά, παράλληλα συνδεμένες με την πρώτη συσκευή.

*(Μονάδες 7)*

## 1ο Θέμα

**1.** Σε κάποιο σημείο Σ ενός ηλεκτροστατικού πεδίου Coulomb τοποθετείται σημειακό φορτίο $q_1 = +q$ και το δυναμικό στο σημείο Σ είναι $V_\Sigma$. Αν αντί του φορτίου $q_1$, τοποθετήσουμε ένα φορτίο $q_2 = -2q$, τότε το δυναμικό του σημείου Σ

**α.** θα διπλασιαστεί
**β.** θα παραμείνει σταθερό
**γ.** θα αλλάξει πρόσημο
**δ.** θα υποδιπλασιαστεί

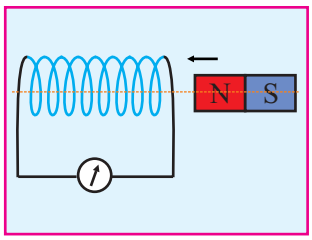
*(Μονάδες 5)*

**2.** Στα άκρα πηγής ΗΕΔ Ε και εσωτερικής αντίστασης $r = 0$ συνδέεται αντιστάτης R και παρέχει ισχύ P στο κύκλωμα. Αν συνδέσουμε σε σειρά με τον αντιστάτη R άλλον όμοιο αντιστάτη R, η ισχύς που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα θα γίνει:

**α.** P
**β.** $P^2$
**γ.** P/2
**δ.** 4P

*(Μονάδες 5)*

**3.** Ο ραβδόμοφος μαγνήτης πλησιάζει σωληνοειδές κινούμενος με τον άξονά του, στη διεύθυνση του άξονα του σωληνοειδούς, όπως στο σχήμα.




**α.** ο πόλος που δημιουργείται στο άκρο του σωληνοειδούς που είναι από τη μεριά που πλησιάζει ο μαγνήτης είναι N.
**β.** Ο πόλος που δημιουργείται στο άκρο του σωληνοειδούς που είναι από τη μεριά που πλησιάζει ο μαγνήτης είναι S.
**γ.** δεν δημιουργούνται πόλοι στα άκρα του σωληνοειδούς.
**δ.** το σωληνοειδές δεν διαρρέεται από ρεύμα.

*(Μονάδες 5)*

**4.** Να γράψετε τη λέξη που συμπληρώνει σωστά την πρόταση.

**α.** Ένα ηλεκτρικό πεδίο ονομάζεται ....., όταν η έντασή του είναι η ίδια σε όλα τα σημεία του.
**β.** Η φορά κίνησης των ηλεκτρονίων λέγεται ..... φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.
**γ.** Το όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζεται .....
**δ.** Η ηλεκτρική αντίσταση ενός αγωγού είναι ..... του μήκους του αγωγού.
**ε.** Η σύνδεση δύο σημείων ενός κυκλώματος με αγωγό αμελητέας αντίστασης ονομάζεται .....

*(Μονάδες 5)*

**5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, με τη λέξη Σωστό, αν είναι σωστές και με τη λέξη Λάθος, αν είναι λανθασμένες.

**α.** Η κατεύθυνση της έντασης ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$ σε ένα σημείο Α ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται από σημειακό φορτίο Q, εξαρτάται από το πρόσημό του φορτίου Q.

**β.** Η ηλεκτρική αντίσταση των μεταλλικών αγωγών μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασιάς.

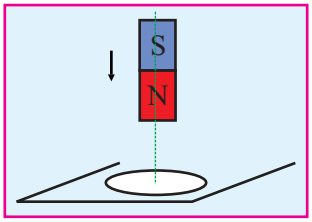
**γ.** Σ'ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο οι δυναμικές γραμμές είναι παράλληλες.

**δ.** Η φορά των επαγωγικών ρευμάτων καθορίζεται από τον κανόνα Lenz.

*(Μονάδες 4)*

## 2ο Θέμα

**1.** Ραβδόμορφος μαγνήτης αφήνεται ελεύθερος να πέσει προς κυκλικό αγωγό όπως στο σχήμα. Να προσδιορίσετε τη φορά του ρεύματος που δημιουργείται από επαγωγή στον κυκλικό αγωγό.




*(Μονάδες 8)*

**2.** Να αποδείξετε ότι το επαγόμενο φορτίο σ'ένα κύκλωμα του οποίου μεταβάλλεται η μαγνητική ροή είναι ανεξάρτητο του χρονικού διαστήματος που διαρκεί η μεταβολή της μαγνητικής ροής.

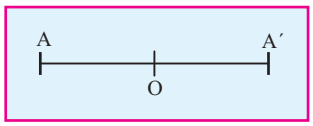
*(Μονάδες 9)*

.....

.....

.....

**3.** Σώμα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση μεταξύ των ακραίων θέσεων Α και Α΄ με θέση ισορροπίας το σημείο Ο του σχήματος. Αν η περίοδος της ταλάντωσης είναι Τ, το χρονικό διάστημα για την μετάβαση Ο → Α → Ο είναι:




**α.** Τ **β.** Τ/2 **γ.** 3Τ/4 **δ.** Τ/4

*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

*(Μονάδες 3)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## 3ο Θέμα

Δύο αντιστάτες με αντιστάσεις $R_1 = 10\Omega$ και $R_2 = 40\Omega$ συνδέονται σε σειρά και στα άκρα του συστήματος συνδέονται με τους πόλους πηγής ΗΕΔ Ε = 153V και εσωτερικής αντίστασης $r = 1\Omega$.

**α.** Ποιά η ένταση του ρεύματος που διέρχεται από την πηγή;

*(Μονάδες 6)*

**β.** Πόση ισχύς δαπανάται στο εξωτερικό κύκλωμα;

*(Μονάδες 6)*

**γ.** Ποιός ο λόγος της ισχύος που δαπανάται στο εξωτερικό κύκλωμα προς την ισχύ που παρέχει η πηγή στο κύκλωμα;

*(Μονάδες 6)*

**δ.** Συνδέουμε τους δύο αντιστάτες παράλληλα και σε σειρά με αυτούς μια συσκευή με στοιχεία κανονικής λειτουργίας 72V/648W. Η συσκευή λειτουργεί κανονικά;

*(Μονάδες 7)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

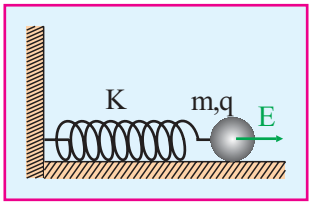
.....

.....

.....

.....

## 4ο Θέμα




Το σώμα μάζας $m = 100g$ ηρεμεί σε λείο οριζόντιο και μονωτικό επίπεδο δεμένο στο άκρο ελατηρίου σταθεράς $K = 640 N/m$. Το σώμα είναι φορτισμένο με φορτίο $q = 64 \cdot 10^{-3} C$ και βρίσκεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο έντασης $E = 1000 N/C$ παράλληλης στον άξονα του ελατηρίου όπως στο σχήμα.

**α.** Να βρεθεί η επιμήκυνση του ελατηρίου.

*(Μονάδες 6)*

**β.** Αν το ηλεκτρικό πεδίο καταργηθεί να υπολογίσετε:

**i.** την περίοδο της ταλάντωσής του.

*(Μονάδες 6)*

**ii.** την μέγιστη ταχύτητα που θα αποκτήσει το σώμα

*(Μονάδες 6)*

**iii.** το χρόνο που θα περάσει ώσπου να γίνει μέγιστη η ταχύτητα του.

*(Μονάδες 7)*

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

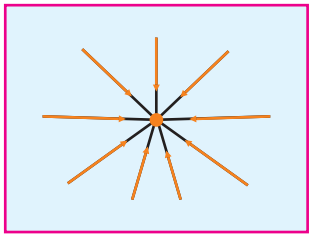
.....

.....

.....

## 1ο Θέμα

**1.** Το σχήμα δείχνει τις δυναμικές γραμμές ενός ηλεκτρικού πεδίου. Ποιό από τα παρακάτω ισχύει;



**α.** Το ηλεκτρικό πεδίο είναι ομογενές
**β.** Το δυναμικό είναι σε όλα τα σημεία το ίδιο.
**γ.** Το μέτρο της έντασης είναι σε όλα τα σημεία το ίδιο
**δ.** Η πηγή του πεδίου είναι σημειακό αρνητικό φορτίο

*(Μονάδες 5)*

**2.** Πυκνωτής χωρητικότητας C, είναι φορτισμένος με φορτίο Q και η τάση στους οπλισμούς του είναι V. Αν διπλασιάσουμε το φορτίο Q, τότε η χωρητικότητα του πυκνωτή:

**α.** διπλασιάζεται **β.** υποδιπλασιάζεται
**γ.** μένει σταθερή **δ.** τετραπλασιάζεται

*(Μονάδες 5)*

**3.** Αν το πλάτος της ταλάντωσης σε ένα απλό εκκρεμές υποδιπλασιασθεί, τότε η περίοδος του:

**α.** μένει σταθερή **β.** διπλασιάζεται
**γ.** υποδιπλασιάζεται **δ.** τετραπλασιάζεται

*(Μονάδες 5)*

**4.** Η ηλεκτρική ισχύς που προσφέρεται σε ένα ανεμιστήρα είναι 70W. Αν ο συντελεστής απόδοσης του ανεμιστήρα είναι 0,7, τότε η μηχανική ισχύς την οποία αποδίδει ο ανεμιστήρας είναι:

**α.** 70W **β.** 10W
**γ.** 49W **δ.** 77W

*(Μονάδες 5)*

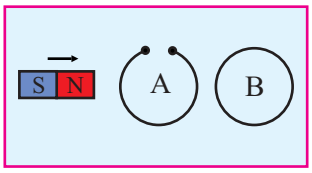
**5.** Να χαρακτηρίσετε τις προτάσεις που ακολουθούν, με τη λέξη Σωστό, αν είναι σωστές και με τη λέξη Λάθος, αν είναι λανθασμένες.

**α.** Είναι δυνατόν ευθύγραμμος ρευματοφόρος αγωγός, να βρίσκεται εντός ομογενούς μαγνητικού πεδίου και να μη δεχεται ηλεκτρομαγνητική δύναμη από αυτό;
**β.** Όταν διαμαγνητικό υλικό τοποθετεί μέσα σε μαγνητικό πεδίο, τότε η ένταση του μαγνητικού πεδίου αυξάνεται.
**γ.** Όταν ένα σώμα που εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση, διέρχεται από τη θέση ισορροπίας του, το μέτρο της δύναμης που δέχεται είναι μηδέν.
**δ.** Όταν η μαγνητική ροή που διέρχεται από ένα πηνίο είναι σταθερή, το πηνίο διαρρέεται από επαγωγικό ρεύμα.
**ε.** Η ειδική αντίσταση ενός μεταλλικού σύρματος εξαρτάται από το μήκος του σύρματος και το εμβαδόν διατομής του.

*(Μονάδες 5)*

## 2ο Θέμα

**1.** Μέσα από τους δύο κυκλικούς δακτύλιους του σχήματος διέρχεται ένας μαγνήτης. Ο δακτύλιος Α είναι ανοικτός ενώ ο Α είναι κλειστός.




**Α.** Επαγωγική τάση αναπτύσσεται:

**i.** στον Α **ii.** στον Β **iii.** και στους δύο

*(Μονάδες 2)*

**Β.** Επαγωγικό ρεύμα διαρρέει:

**i.** τον Α **ii.** τον Β **iii.** και τους δύο

*(Μονάδες 2)*

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

*(Μονάδες 4)*

**2.** Να αποδείξετε ότι σ'ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, η ένταση Ε και η διαφορά δυναμικού V, δύο σημείων που απέχουν μεταξύ τους απόσταση L, συνδέονται με την σχέση $E = V/L$

*(Μονάδες 8)*

.....

.....

.....

.....

.....

**3.** Ένα σώμα εκτελεί γραμμική αρμονική ταλάντωση. Αν τετραπλασιάσουμε την ενέργεια ταλάντωσης, ποιά μεταβολή θα υποστούν τα παρακάτω μεγέθη της ταλάντωσης;

**α.** το πλάτος

*(Μονάδες 3)*

**β.** η συνχότητα

*(Μονάδες 3)*

**γ.** μέγιστη κινητική ενέργεια

*(Μονάδες 3)*

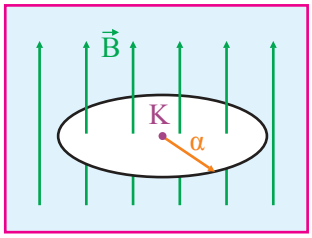
**δ.** μέγιστη (κατά μέτρο) επιτάχυνση

*(Μονάδες 3)*

Να δικαιολογήσετε τις απαντήσεις σας.

## 3ο Θέμα

Ένα μεταλλικό δαχτυλίδι έχει επιφάνεια εμβαδού $S = 10^{-2} m^2$ και αντίσταση $R = 0,025\Omega$. Το δαχτυλίδι έχει ακτίνα $\alpha = 0,1m$ και είναι τοποθετημένο μέσα σε ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης μέτρου $B = 10T$, με το επίπεδο του κάθετο στις δυναμικές του γραμμές όπως στο σχήμα.




**α.** Πόση είναι η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από το δαχτυλίδι;

*(Μονάδες 4)*

**β.** Μέσα σε χρόνο $\Delta t = 2s$ βγάζουμε το δαχτυλίδι από το μαγνητικό πεδίο με τέτοιον τρόπο, ώστε η μαγνητική ροή που διέρχεται μέσα από αυτό να μεταβάλλεται με σταθερό ρυθμό. Πόση είναι η επαγωγική τάση που εμφανίζεται στο δαχτυλίδι και πόση είναι η θερμική ισχύς που εκλύεται κατά την έξοδο του από το μαγνητικό πεδίο.

*(Μονάδες 8)*

**γ.** Να προσδιορίσετε το μέτρο της έντασης $\vec{B}_K$ του μαγνητικού πεδίου στο κέντρο K του δακτυλιδιού, το οποίο οφείλεται στο ρεύμα που το διαρρέει κατά την έξοδο του από το μαγνητικό πεδίο.

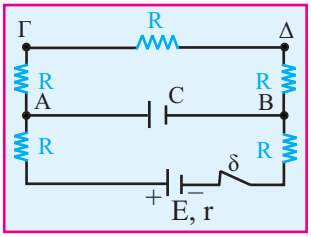
*(Μονάδες 6)*

**δ.** Με πόσο ρεύμα πρέπει να διαρρέεται ένας ευθύγραμμος αγωγός πολύ μεγάλου μήκους ώστε σε απόσταση 0,5m από αυτόν η ένταση του μαγνητικού πεδίου να είναι ίση με την $\vec{B}_K$. $\left(K_\mu = 10^{-7} N/A^2\right)$.

*(Μονάδες 7)*

## 4ο Θέμα

Δίνεται το κύκλωμα του σχήματος με R = 10Ω. Η πηγή έχει ρεύμα βραχυκυκλώσεως $I_\beta = 6A$. Αν ο πυκνωτής έχει φορτίο $Q = 30\mu C$ και η χωρητικότητά του είναι $C = 10\mu F$, να υπολογίσετε:




**α.** Την τάση $V_{AB}$

*(Μονάδες 4)*

**β.** Το ρεύμα που διαρρέει την ηλεκτρική πηγή

*(Μονάδες 6)*

**γ.** Την ΗΕΔ της πηγής, καθώς και την εσωτερική της αντίσταση.

*(Μονάδες 7)*

**δ.** Αν ανοίξει ο διακόπτης δ, ο πυκνωτής εκφορτίζεται. Πόση είναι η θερμότητα που αναπτύσσεται στην αντίσταση που βρίσκεται στα άκρα Γ και Δ του κυκλώματος.

*(Μονάδες 8)*

# ΣυΖητήθηκαν
# Μελετήθηκαν
# Δοκιμάστηκαν

ΜΙΑ ΙΔΕΑ - ΕΝΑ ΟΡΑΜΑ
Ξεκάθαρος Στόχος
Ποιότητα στην Εκπαίδευση

## ΚΑΘΙΕΡΩΘΗΚΑΝ τα βιβλία της χρονιάς !!!

Από 130 Πανελλαδικά Συνεργαζόμενα Φροντιστήρια
και 300 Συγγραφείς - Καθηγητές

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΑ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ
ΠΑΝΤΑ ΔΙΠΛΑ ΣΑΣ
130

ΠΑ.ΣΥ.Φ
www.syn.fro.gr

# Εκπαίδευση Κύρους

*για επιτυχία στις καλύτερες σχολές των Α.Ε.Ι*

## I. ΒΙΒΛΙΟμαθήματα για Γυμνάσιο - Λύκειο

Μια μοναδική έκδοση - έκπληξη για τις επαναλήψεις σας και όχι μονο.
Είναι τα γνωστά σας ΒΙΒΛΙΟμαθήματα από το ένθετο ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ της Ελευθεροτυπίας, εμπλουτισμένα με ασκήσεις, παραδείγματα, μεθοδολογία ασκήσεων, τα "ξεχωριστά θέματα".

## II. Θέματα προσομοίωσης & Κριτήρια Αξιολόγησης

Για πρώτη φορά όλη η ύλη που καθορίζεται από το Υπ. Παιδείας κατά μάθημα και κατά κεφάλαιο, με τη "μορφή", το "βάθος" και το "πλάτος" που δίνονται στις Πανελλαδικές εξετάσεις.

**ΖΗΤΗΣΤΕ ΤΑ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΑ**
**Τηλέφωνο παραγγελιών για βιβλιοπωλεία: Κοκοτσάκης, 210 38.04.347**
**Εκδοτικές ΤΟΜΕΣ - ΟΡΟΣΗΜΟ**

**ΜΙΑ ΕΚΔΟΣΗ ΕΚΠΛΗΞΗ!!!**

# ΒΙΒΛΙΟ*μαθήματα*

ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΝΕΟ ΤΡΟΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΥΝ ΟΛΗ ΤΗΝ ΥΛΗ ΠΟΥ ΚΑΘΟΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

# ΦΥΣΙΚΗ

## Β' ΛΥΚΕΙΟΥ (ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ)

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ:
ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΑ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ
**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ**

ΕΚΔΟΤΙΚΕΣ ΤΟΜΕΣ
ΟΡΟΣΗΜΟ

ΤΟΥ ΟΜΙΛΟΥ **Η. ΜΑΝΙΑΤΕΑ** • Δ/ΝΣΗ: **Α. ΖΥΡΜΠΑΣ**

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΑ ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΑ ΦΡΟΝΤΙΣΤΗΡΙΑ

# ΦΥΣΙΚΗ

## Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ
## ΓΕΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ

**Περιέχει:** Όλη την ύλη της Β΄ Λυκείου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα του Υπουργείου Παιδείας.

- **Με θεωρία - Μεθοδολογία ασκήσεων.**
- **Παραδείγματα - Ερωτήσεις - Ασκήσεις με τις απαντήσεις τους.**
- **Τεστ πολλαπλής επιλογής - Εύρεσης σωστού - λάθους Συμπλήρωσης κενών - Αντιστοίχισης - Σύντομης απάντησης.**
- **Κριτήρια αξιολόγησης - Ανά κεφάλαιο και επαναληπτικά.**

Θέματα που κινούν τη σκέψη και βοηθούν στο σωστο τρόπο μάθησης.